

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

**EKONOMICKÉ ASPEKTY VYUŽÍVÁNÍ BIOMASY
V PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY**

Economical Aspects Biomass Utilization in the Czech Republic

diplomová práce

Autor:

Bc. Angela Schillerová

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jaroslav Závada Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Angela Schillerová

Studijní program:

N2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

3904T022 Zpracování a zneškodňování odpadů

Téma:

Ekonomické aspekty využívání biomasy v podmínkách České republiky
Economical Aspects Biomass Utilization in the Czech Republic

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce
2. Současný stav řešené problematiky
3. Státní podpora a motivační programy
4. Vyhodnocení
4. Diskuse
5. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:


1. KYJOVSKÝ, M. (edit). Energie z biomasy VI. Sborník příspěvků ze semináře. VŠB TU-O, VEC. 2007. 121 s. ISBN 978-80-248-1535-0.
2. JANDAČKA, J., MALCHO, M., MIKULÍK, M. Biomasa ako zdroj energie. Potenciál, druhy, bilancia a vlastnosti palív.(Štúdia), Juraj Štefúň – GEORG, Žilina, január 2007, ISBN 978-80-969161-3-9, s. 241.
3. JANDAČKA, J. - MALCHO, M. - MIKULÍK, M. Ekologické aspekty záměny fosílných palív za biomasu. Jozef Bulejčík, 010 01 Mojš 94, Žilina. 2008, 228 s., ISBN 978-80-969595-5-6.
4. JANDAČKA, J., MALCHO, M., MIKULÍK, M. Technológie pre prípravu a energetické využitie biomasy. Jozef Bulejčík, 010 01 Mojš, Žilina, 2007, ISBN 978-80-969595-3-2, s. 222.
5. LIPTÁK, L. Skúsenosti s prípravou drevnej štiepky. In. Zborník prednášok „Možnosti lokálneho vykurovania a výroby elektrickej energie z biomasy“, Žilina 22.-23. 5. 2007, s. 31-32, ISBN 978-80-969595-2-5.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

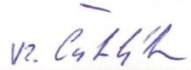
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jaroslav Závada, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2011

Datum odevzdání: 30.04.2012


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

- Byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30.4.2012

Bc. Angela Schillerová



Anotace:

Předložená diplomová práce se zabývá obnovitelnými zdroji energie, hlavně biomasy a její využívání v podmínkách České republiky. Zároveň bude zmíněna státní podpora a různé motivační programy pro využívání obnovitelných zdrojů energie, konkrétně biomasu a zároveň bude provedeno porovnání z ekonomického hlediska využívání jednotlivých druhů paliv pro vytápění rodinného domu.

Klíčová slova: biomasa, obnovitelné zdroje energie, dřevo, ekonomické využití, spalování odpadů.

Summary:

The thesis deals with renewable energy sources, especially biomass and its use in the conditions of the Czech Republic. At the same time, State aid will be mentioned and various incentive programmes for the use of renewable energy sources, in particular biomass, and while the comparison in economic terms, the use of various types of fuel for the heating of the family house.

Keywords: Biomass, renewable energy sources, wood, Economical Aspects, the incineration of waste

Děkuji především panu prof. Ing. Petrovi Fečkovi, CSc. za vzácné a odborné rady při zahájení diplomové práce a za všechno co pro nás udělal. Dále děkuji panu Ing. Petrovi Šaškovi, Ph.D. za profesionální a metodickou konzultaci při zpracování diplomové práce, děkuji za trpělivost a ochotu i panu Ing. Jaroslavu Závadovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce.

Obsah

<u>1</u>	<u>ÚVOD</u>	<u>8</u>
	CÍL PRÁCE	10
<u>2</u>	<u>OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE</u>	<u>11</u>
2.1	ENERGIE VODY	12
2.1.1	VODNÍ ELEKTRÁRNY V ČR	13
2.2	GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	16
2.3	SPALOVÁNÍ BIOMASY	19
2.3.1	ENERGETICKÉ ROSTLINY A PLODINY	21
2.3.2	DŘEVNÍ BIOMASA	25
2.3.3	AGRO BIOMASA	27
2.3.4	SPALOVACÍ ZAŘÍZENÍ NA BIOMASU	28
2.4	ENERGIE VĚTRU	31
2.5	ENERGIE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ	33
2.6	TEPELNÁ ČERPADLA	35
2.7	ENERGIE PŘÍBOJE A PŘÍLIVU OCEÁNŮ	37
<u>3</u>	<u>STÁTNÍ PODPORA A MOTIVAČNÍ PROGRAMY</u>	<u>40</u>
3.1	PRIORITNÍ OSA 2 OPŽP	42
3.1.1	TYPY PODPOROVANÝCH PROJEKTŮ	43
3.2	PRIORITNÍ OSA 3 OPŽP	44
3.2.1	TYPY PODPOROVANÝCH PROJEKTŮ	44
3.3	ZELENÁ ÚSPORÁM	46
3.3.1	ZÁKLADNÍ ČLENĚNÍ PROGRAMU	46
3.3.2	VÝŠE PODPORY	47
3.4	ZELENÝ BONUS	50
<u>4</u>	<u>MODELOVÝ PŘÍKLAD A DISKUSE</u>	<u>52</u>
<u>5</u>	<u>ZÁVĚR</u>	<u>63</u>

<u>6</u>	<u>LITERATURA</u>	<u>64</u>
<u>7</u>	<u>SEZNAM OBRÁZKŮ</u>	<u>67</u>
<u>8</u>	<u>SEZNAM TABULEK</u>	<u>68</u>

1 Úvod

Spotřeba energie u nás i v Evropě roste, přičemž přibližně polovina je kryta importem. V roce 2007 byl přijat Evropskou unií cíl produkovat v roce 2020 20 % energetických potřeb nekonvenčními typy energetických zdrojů. Při uvažování o mixu fosilních a alternativních zdrojů energie popř. surovinových zdrojů je významným faktorem produkce emisí. Můžeme v této souvislosti dosti zjednodušovat a konstatovat, že kromě fosilních uhlíkových surovin (ropa, uhlí, plyn) máme k dispozici biomasu, můžeme lépe využívat odpady (zaměříme se na využitelné odpadní plasty), v delší perspektivě vodík, a stále se diskutuje o užitečnosti (ekonomičnosti) využívání větrné a solární energie. Opět zjednodušíme a konstatujeme, že z hlediska emisí je obava ze tří skupin látek. Především z oxidu uhličitého, který je netoxický, avšak jeho nadprodukce lidstvem je gigantická a růst jeho koncentrace je zřejmě rizikový. Další skupinou jsou plynné emise toxických látek – známých zkratkami (PCDD, PCDF, PAU, VOC atd.), jejichž absolutní produkce je sice malá, ale vliv na živé organismy je markantní, a dále pevné (prachové) emise, které (opět spíše v nepatrném množství) představují mnohdy rozpustnější formy kovových sloučenin (oproti kovovým rudám) a přecházejí tak např. přes půdu a rostliny do potravních řetězců člověka – opět s nežádoucími vlivy na zdraví. [1]

V roce 2003 se biomasa podílela 10,6 % na světových primárních zdrojích energie, což je 79,9 % ze všech obnovitelných zdrojů. Na tomto mají i podíl převážně tradiční a méně efektivní způsoby využití přímého spalování. Využívání biomasy přispívá k rozvoji zemědělských oblastí hlavně lepším využitím pracovní síly a mechanizace, posílením místní ekonomiky – peníze za energii zůstávají v regionu, přicházejí investice do nových technologií. České země mají poměrně dlouhou tradici využívání různých forem biomasy pro výrobu energie. Asi nejznámější byly dřevoplynové agregáty pro pohon automobilů za druhé světové války a těsně po ní (příkládala se polínka nebo dřevěné uhlí). Největšího rozsahu nabylo u nás využívání biomasy pro energetické účely ještě před nástupem spalovacích motorů do zemědělství. Hlavním zdrojem „paliva“ byla zemědělská půda, která pokrývá přes polovinu rozlohy státu. Tehdy byla až třetina produkce obilnin (zejména ovsa) zkrmena hospodářskými, především tažnými, zvířaty – a ta ji přeměnila na energii kinetickou. Přibližně v období první republiky, kdy tažných zvířat s rozvojem zemědělské mechanizace ubývalo, nastal problém, který je aktuální dodnes: Jak efektivně využít zemědělskou půdu v méně úrodných oblastech, na níž se dříve pěstovaly krmné

(energetické) plodiny? Hledaly se nové zemědělské plodiny a nová využití plodin tradičních, například u nás existoval dotační program, který podporoval pěstování brambor pro výrobu lihu na Českomoravské vrchovině. Na trhu s kapalnými palivy se vyskytovalo několik směsí využívajících biolih. Není bez zajímavosti, že přibližně stejná rozloha zemědělské půdy je v současnosti považována za „půdy s nižším produkčním potenciálem“ a na její obhospodařování jsou vynakládány značné finanční prostředky formou dotací. V posledních letech dochází k postupné renesanci energetického využívání dřeva a biomasy. V roce 2005 se Česká republika zařadila na 9. místo v absolutní spotřebě biomasy a na 11. místo v přepočtu na obyvatele v EU. V roce minulém se potom bylo podle MPO k energetickým účelům využito téměř 6 mil. tun biomasy, přičemž více než polovinu tvoří odhadovaná spotřeba dřeva v domácnostech. Více než 0,5 mil. tun se vyvezlo do zahraničí.

[2]

Cíl práce

Cílem diplomové práce je popsat obnovitelné zdroje energie, hlavně biomasu a její využívání v podmínkách České republiky. Zároveň bude popsána státní podpora a motivační programy pro využívání obnovitelných zdrojů energie, konkrétně biomasu a zároveň bude provedeno porovnání z ekonomického hlediska využívání jednotlivých druhů paliv pro vytápění rodinného domu.

2 Obnovitelné zdroje energie

Současný trend v energetické politice prosazuje vyrovnaný "energetický mix" jednotlivých druhů zdrojů energie. Jejich role je přímo závislá jak na hodnocení z hlediska trvale udržitelného rozvoje, tak z hlediska ekonomických ukazatelů. Kromě klasických zdrojů (fosilní paliva, tj. uhelné elektrárny, uran, tedy JE Temelín, JE Dukovany), to platí i pro tzv. obnovitelné zdroje. V měřítku existence lidstva a jeho potřeb jde o nevyčerpatelné formy energie Slunce a Země.

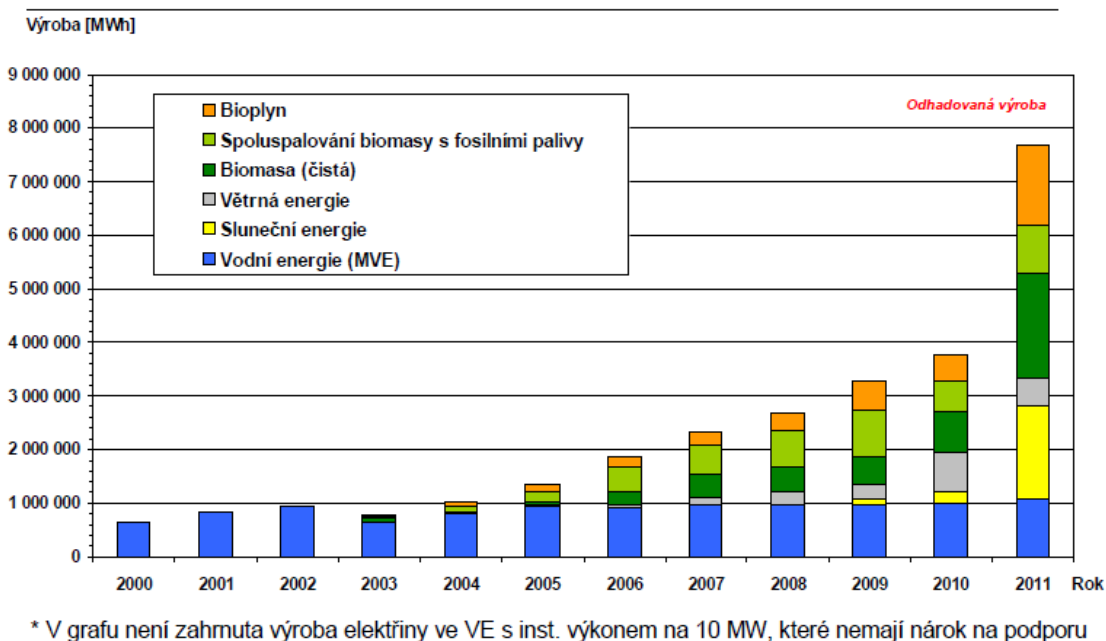
Mezi obnovitelné zdroje patří:

- energie vody,
- geotermální energie,
- spalování biomasy,
- energie větru,
- energie slunečního záření,
- využití tepelných čerpadel,
- energie příboje a přílivu oceánů.

Požadavek na maximální využívání obnovitelných zdrojů je i jedním z klíčových bodů energetické politiky Evropské unie. Podle výsledků průzkumu provedeného statistickým úřadem EU Eurostat považuje zvyšování podílu obnovitelných zdrojů energie na bilanci spotřeby energie za jeden z prioritních úkolů svých vlád 90 % občanů členských zemí. Při vstupu ČR do EU se ČR zavázala, že podíl výroby elektrické energie z alternativních zdrojů bude v roce 2010 činit 8 % celkové výroby. Podle předběžných odhadů se zřejmě tento cíl podařilo přibližně splnit. V roce 2020 by mělo jít o 13,5 % výroby z obnovitelných zdrojů energie na celkové hrubé spotřebě energií. Největší producent elektrické energie v ČR, ČEZ, a. s., vyprodukoval v roce 2010 v obnovitelných energetických zdrojích (vodní elektrárny kromě přečerpávacích, biomasa, větrné a solární elektrárny) 2,016 TWh. [3]

Na následujícím obrázku je patrný vývoj výroby elektřiny z OZE v ČR. *(obrázek 1)*

Vývoj výroby elektřiny z podporovaných OZE* v ČR



Obrázek 1. Vývoj výroby elektřiny z OZE v ČR [32]

2.1 Energie vody

Největší podíl mezi obnovitelnými zdroji má v podmínkách ČR vodní energie. Zatímco energie vodního kola byla využívána pro velmi pestrou paletu nejrůznějších lidských činností, moderní vodní turbíny nacházejí své uplatnění takřka výhradně při výrobě elektřiny. Hydroenergetika je perspektivní především v oblastech prudkých toků s velkými spády. V ČR nejsou přírodní poměry pro budování vodních energetických děl ideální. Naše toky nemají potřebný spád ani dostatečné množství vody. Proto je podíl výroby elektrické energie ve vodních elektrárnách na celkové výrobě v ČR poměrně nízký, v roce 2010 činil pouhá 4 %. Významným posláním vodních elektráren v ČR je pracovat jako doplňkové zdroje hlavních zdrojů (uhelné elektrárny, JE Dukovany, JE Temelín). Využívá se přitom jejich schopnost rychlého nasetí velkého výkonu a tedy operativního vyrovnaní okamžité energetické bilance v elektrizační soustavě ČR. Vodní elektrárny neznečišťují ovzduší, nedevastují krajinu a povrchové či podzemní vody těžbou a dopravou paliv a surovin, jsou bezodpadové, nezávislé na dovozu surovin a vysoce bezpečné. Pružným pokrýváním spotřeby a schopností akumulace energie zvyšují efektivnost elektrizační soustavy. Vysokým stupněm automatizace přispívají k vyrovnávání změn na tocích a vytvářejí nové možnosti pro revitalizaci prostředí (prokysličování vodního toku). [3]

2.1.1 Vodní elektrárny v ČR

Vstup ČR do EU vede ke zvýšení řady aktivit navazujících kromě jiného i na směrnici Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES o podpoře výroby elektrické energie v obnovitelných zdrojích. K nejvýznamnějšímu zdroji patří v rámci obnovitelných energetických zdrojů v ČR bezesporu využití energie vodních toků. Většina velkých vodních elektráren Skupiny ČEZ je situována na toku Vltavy, kde tvoří kaskádový systém - Vltavskou kaskádu. V rámci Skupiny ČEZ se vodní elektrárny soustřeďují převážně i na tocích Labe, Dyje a Moravy. Podle názoru odborníků by využití veškerého potenciálu ve spádu řek mohlo zvýšit zanedbatelný podíl na výrobě elektrické energie nejvýše o 2 %, ovšem s vysokými investičními nároky a s vysokými nároky na plošný zábor půdy. Malé vodní elektrárny lze z celostátního hlediska považovat pouze za doplňkový zdroj elektrické energie. V každém případě výstavba a rekonstrukce všech větších i malých vodních elektráren nemůže být alternativou velkého zdroje elektrické energie, ale jen malým příspěvkem k řešení. V následujících tabulkách jsou uvedeny přehledy vodních elektráren provozovaných ČEZ a.s. [4]

Tabulka 1. Akumulační a průtočné vodní elektrárny [4]

Akumulační a průtočné vodní elektrárny	Instalovaný výkon [MW]	Rok uvedení do provozu
Lipno I	2 x 60 MW	1959
Orlík	4 x 91 MW	1961 - 1962
Kamýk	4 x 10 MW	1961, rekonstrukce 2008
Slapy	3 x 48 MW	1954 - 1955
Štěchovice I	2 x 11,25 MW	1943 - 1944
Vrané	2 x 6,94 MW	1936, rekonstrukce 2007
Celkem	704,38 MW	

Tabulka 2. Malé vodní elektrárny [4]

Malé vodní elektrárny	Instalovaný výkon [MW]	Rok uvedení do provozu
Lipno II	1 x 1,5 MW	1957
Hněvkovice	2 x 4,8 MW	1992
Kořensko I	2 x 1,9 MW	1992
Kořensko II	1 x 0,94 MW	2000
Želina	2 x 0,325 MW	1994
Mohelno	1 x 1,2 MW; 1 x 0,56 MW	1997; 1999
Dlouhé Stráně II	1 x 0,16	1996
Celkem MVE	18,4 MW	
Celkem	722,78 MW	

Pozn.: bez zdrojů bývalých společností VČE Elektrárny a HYDROČEZ.

V roce 2011 je ve Skupině ČEZ, mimo potenciál vodních elektráren mateřské organizace, k dispozici navíc přibližně 67,4 MW elektrické energie.

Tabulka 3. Seznam vodních elektráren v ČR [4]

Elektrárna (vlastník)	Instalovaný výkon	Rok uvedení do provozu
Přelouč (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	2 x 0,68; 2 x 0,49 MW	1927, rekonstrukce 2005
Spálov (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	2 x 1,2 MW	1926, rekonstrukce 1999
Hradec Králové (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	3 x 0,25 MW	1926
Prácheň (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 9,75 MW	1953, rekonstrukce 2001
Pastviny (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 3 MW	1938, rekonstrukce 2003
Obříství (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	2 x 1,679 MW	1995
Les Království (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	2 x 1,105 MW	1923, rekonstrukce 2005
Předměřice nad Labem (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 2,6 MW	1953, rekonstrukce 2009
Pardubice (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 1,96 MW	1978
Spytihněv (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	2 x 2 MW	1951, rekonstrukce 2009
Brno Kníničky (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 3,1 MW	1941
Brno Komín (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 0,106; 1 x 0,140 MW	1923, rekonstrukce 2008
Bukovec (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	2 x 0,315 MW	2007
Mělník (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 0,590 MW	2010
Vydra (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	2 x 3,2 MW	1939
Hracholusky (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 2,55 MW	1964
Čeňkova Pila (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 0,096 MW	1912
Černé jezero I (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 1,5 MW	1930
Černé jezero II (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 0,04 MW	2004
Černé jezero III (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	1 x 0,37 MW	2005
Celkem MVE	47,89 MW	
Střekov (ČEZ Obnovitelné zdroje, s.r.o.)	19,5 MW	1936
Celkem	62,91 MW	

Tabulka 4. Přecherčpávací vodní elektrárny [4]

Přecherčpávací vodní elektrárny	Instalovaný výkon [MW]	Rok uvedení do provozu
Štěchovice II	45	1948, rekonstrukce 1996
Dalešice	450	1978, rekonstrukce 2008
Dlouhé Stráně I	650	1996
Celkem	1 145 MW	

2.2 Geotermální energie

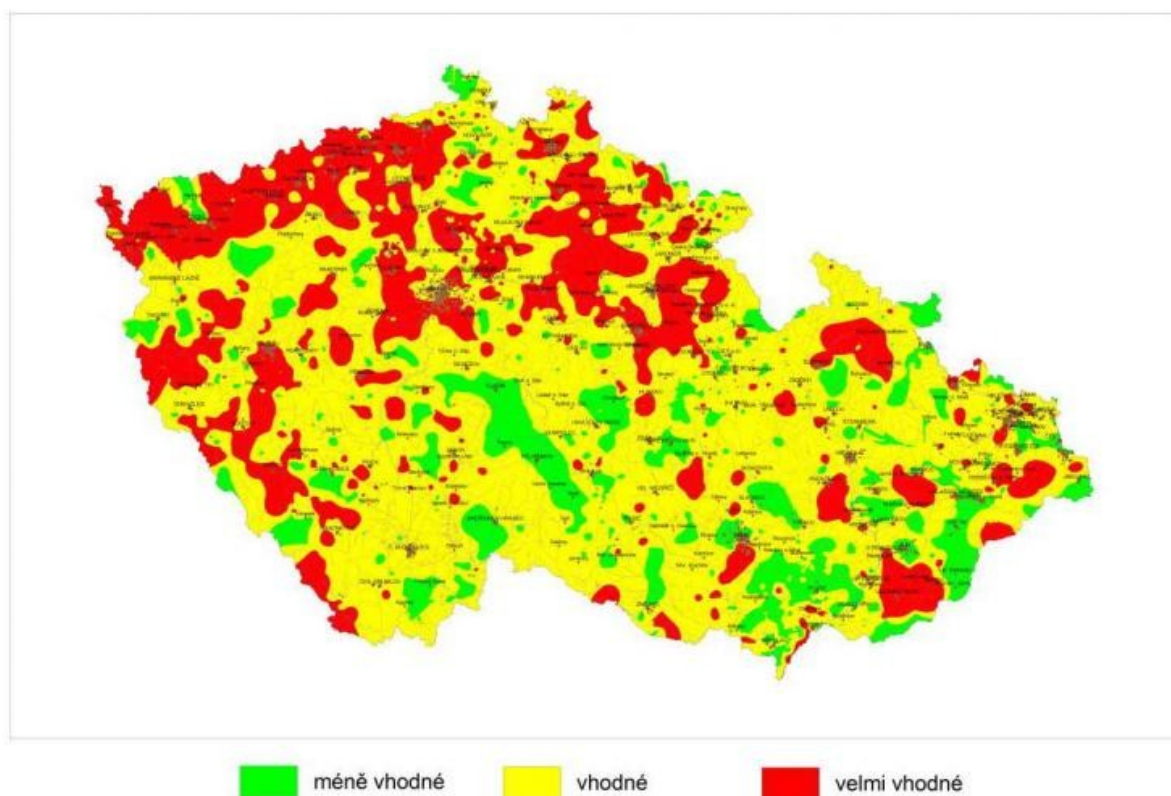
Slovo geotermální má původ v dvou řeckých slovech: geo (země) a therme (teplo), a znamená teplota země, a podle toho se tepelná energie Země ještě nazývá i geotermální energie. Teplota ve vnitrozemí je výsledek formování planety z prachu a plynů před více než čtyři miliardy let, a radioaktivní rozkládání prvků v horninách kontinuálně regeneruje to teplo, a podle toho je geotermální energie obnovitelný zdroj energie. Základní medium, které přenáší teplo z vnitrozemí na povrch, je voda nebo pára, a ten komponent se obnovuje tak že voda od dešťů proniká hluboko skrz rozpukliny a tam se zahřívá a cirkuluje zpět k povrchu, kde se objevuje ve formě gejzíru a vroucích pramenů. Potenciál geotermální energie je ohromný je ji 50000x více než ostatní energie která se může dostat z ropy a plynu na celém světě. Geotermální zdroje se nacházejí v širokém spektru hlubin, od mělkých povrchních až více kilometrů hlubokých rezervoáru vroucí vody a páry, která se může přivést na povrch a využít. V přírodě se geotermální energie nejčastěji objevuje ve formě sopek, pramenů vroucí vody a gejzíru. V některých státech se geotermální energie používá už tisícletí ve formě lázní, vlastně rekreačně - léčivého koupání. Ale rozvoj vědy se neomezil jenom na část léčivého využívání geotermální energie, ale také využívání geotermální energie usměrnil k procesu dostávání elektrické energie a topení v domácnostech a průmyslových zařízeních. Zahřívání budov a využívání geotermální energie v procesu dostávání proudu jsou hlavní, ale ne i jediný způsob využívání té energie.

Geotermální energie se také může využít i pro jiné cíle jako například ve výrobě papíru, pasteurizaci mléka, bazénech na plavání, v procesu sušení dřeva a vlny, dobytčářství atd. [5]

Dnes se využívají tři druhy elektráren - na suchou páru, na mokrou páru a horkovodní (binární). Systém suché páry používá přímo páru získanou ze země na pohon turbíny. Systém mokré páry nechá nejprve horkou vodu přeměnit v páru a ta pak slouží k pohonu turbíny. Horkovodní (binární) systém použije vodu s nízkou teplotou, která předá ve výměníku teplo organické kapalině (např. propan, isobutan a freon) s nižším bodem varu, a teprve její pára pak pohání turbínu. První geotermální elektrárna byla otevřena v Larderello (Itálie) už v roce 1904. V roce 2010 byla celosvětová instalovaná kapacita geotermálních elektráren 10 715 MWe, z toho nejvíce absolutně nejvíce v USA - 3 086 MWe. V roce 2008 geotermální elektrárny vyrobily 60 435 milionů kWh elektrické energie. (obrázek 2)

Absolutně nejvíce elektrické energie bylo opět vyrobeno v USA, relativně nejvíce pak na Islandu a v Salvadoru, kde geotermální elektrárny vyrobily čtvrtinu elektrické energie. V Česku využívá geotermální energii např. město Ústí nad Labem, kde slouží k vytápění plaveckých bazénů a od května 2006 také k vytápění zoologické zahrady v Ústí nad Labem. Ojedinělý projekt využití geotermální energie pro výrobu tepla je v Děčíně. Od roku 2002 je zde v provozu výtopna na Benešovské ulici, která jako jediná v České republice využívá geotermální energii pro zásobování poloviny města teplem. [6]

Mapa ČR využitelnosti geotermální energie



Obrázek 2. Mapa využitelnosti geotermální energie [7]

U nás se zatím využívají zejména nízkoteplotní zdroje, ale ve světě se intenzivně studují možnosti využití vysokoteplotních zdrojů s teplotami nad 150 °C. Tyto teploty totiž umožňují souběžnou výrobu elektřiny i tepla: Primárně se vyrábí elektrická energie při teplotním rozmezí 200-150/100-90 K. Zbytkové teplo se pak využívá pro vytápění, případně z části i na další výrobu elektřiny. Podle průměrného tepelného gradientu je teplota 150°C dosažitelná na všech kontinentech prakticky téměř všude v hloubce 5 km pod povrchem, přičemž v příhodných částech kontinentů mohou být v této hloubce již teploty až kolem 200°C.

Zkoumají se:

- systémy horkých suchých hornin (Hot Dry Rock – HDR),
- systémy HDR– H (HDR – Hydro, s přírodním nebo uměle vyvolaným oběhem vodního media),
- systémy EGS (Enhanced Geothermal Systém) s podzemním puklinovým výměníkem tepla uměle vytvořeným v přírodně podmíněném horninovém prostředí,

- systémy FHDR (Fractured HDR) zlomů nebo drcených pásem hlubokého dosahu.

Využití systémů pánevních struktur nebo systémů horkých hornin s přírodním oběhem vody se řeší většinou dvojicí vrtů (hloubky podle požadované teploty), při čemž jeden vrt je vsakovací a druhý produkční. Dvojice vrtů se násobí podle požadované vydatnosti teplé či horké vody, nebo páry. Podzemním výměníkem tepla je zvedeň. Teplá či horká podzemní voda může být i v kladném tlakovém režimu, tedy bez nutnosti čerpání. Technologie využití tepla suchých horkých hornin je odlišná. Zde se nejčastěji uplatňuje vytvoření podzemního výměníku tepla v puklinovém systému horkých hornin, do kterého se vtlačí voda injekčním vrtem a tato voda se čerpá v uzavřeném oběhu dvěma nebo více vrty produkčními. Podzemní výměník tepla může být buď přírodní, v drceném pásnu, nebo se puklinový systém v horninách hydrodynamicky pootvívá. [7]

2.3 Spalování biomasy

Biomasa je definována jako hmota organického původu. V souvislosti s energetikou jde nejčastěji o dřevo a dřevní odpad, slámu a jiné zemědělské zbytky včetně exkrementů užitkových zvířat. Rozlišujeme biomasu "suchou" (např. dřevo) a "mokrou" (např. tzv. kejda - tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou). Základní technologie zpracování se dělí na suché procesy (termochemická přeměna) jako je spalování, zplyňování a pyrolýza a procesy mokré (biochemická přeměna), které zahrnují anaerobní vyhnívání (metanové kvašení), lihové kvašení a výrobu biovodíku. Zvláštní podskupinu potom tvoří lisování olejů a jejich následná úprava, což je v podstatě mechanicko-chemická přeměna (např. výroba bionafty a přírodních maziv). Ze suché biomasy se působením vysokých teplot uvolňují hořlavé plynné složky, tzv. dřevoplyn. Jestliže je přítomen vzduch, dojde k hoření, tj. jde o prosté spalování. Pokud jde o zahřívání bez přístupu vzduchu, odvádí se vzniklý dřevoplyn do spalovacího prostoru, kde se spaluje obdobně jako jiná plynná paliva. Část vzniklého tepla je použita na zplyňování další biomasy. Výhodou je snadná regulace výkonu, nižší emise, vyšší účinnost. Zařízení se zplyňováním biomasy se používají stále více. Na první pohled se neliší od běžných spalovacích zařízení. Biomasa je velmi složité palivo, protože podíl částí zplyňovaných při spalování je velmi vysoký (u dřeva je 70 %, u slámy 80 %). Vzniklé plyny mají různé

spalovací teploty. Proto se také stává, že ve skutečnosti hoří jenom část paliva. Podmínkou dokonalého spalování je vysoká teplota, účinné směšování se vzduchem a dostatek prostoru pro to, aby všechny plyny dobře shořely a nestávalo se, že budou hořet až v komíně. [8]

Základním producentem biomasy jsou rostliny, které jsou schopné využitím světelné energie zachycené v zeleném barvivu – chlorofylu – produkovat sacharidy a následně bílkoviny. Ty jsou základním „stavebním kamenem“ všech živých organismů – biomasy. Tato reakce je syntézou atmosférického CO₂ a vody za pomoci energie slunečního záření (proces zvaný fotosyntéza). Teoreticky všechny formy biomasy je možno využít pro produkci energie, neboť základním stavebním prvkem živé hmoty je uhlík a uhlíková vazba, která obsahuje energii. Je pouze technickou otázkou jak tento potenciál využít a zda je to ekonomicky výhodné. Biomasa má mnoho forem, z nichž mnohé se ke spalování nehodí, kvůli vysokému obsahu prvků nebo látek, které zhoršují kvalitu spalování, nebo se při spalování vytvářejí nebezpečné emise. U těchto forem biomasy je možně zvolit jiný způsob transformace například výrobu bioplynu anaerobním kvašením. Z hlediska vzniku biomasy je biomasu vhodnou pro výrobu energie možno rozdělit na tyto základní skupiny: [2]

1. Zbytková biomasa ze zemědělství

- rostlinné sklizňové zbytky zemědělské prvovýroby, zejména sláma obilná a řepková,
- organické zbytky zemědělské výroby, zejména chlévská mrva,
- organické nebo rostlinné zbytky ze zpracovatelského průmyslu, zejména mlékárenského a potravinářského (např. rostlinné obaly olejnatých semen – slunečnice, tuky).

2. Zbytková masa z lesnictví

- těžební odpad z lesního hospodaření, např. z prořezávek, probírek a nehroubí (průměr kmene pod 7 cm) z mýtní těžby,
- spalitelný odpad z pilařské výroby, dřevozpracujícího a papírenského průmyslu.

3. Biomasa energetických plodin 1. generace

- řepka a palma olejná na FAME a PPO (čistý řepkový olej),
- pšenice a kukuřice (v USA) na bioetanol,
- žitovec (*triticale*) na pelety.

4. Biomasa energetických plodin 2. generace (tzv. ligno-celulozní plodiny)

- dřeviny, např. topoly, vrby neo v teplejších oblastech eukalyptus,
- nedřevnaté rostliny: energetický šťovík, ozdobnice, proso dvojřadé aj.

Je zajímavé, že biomasa zbytková z ligno-celulózních plodin má v suchém stavu velmi podobné chemické složení. Je tvořena přibližně ze 44 – 48 % uhlíkem, 44 % kyslíkem a 5,5 - 6,5 % vodíkem. Z tohoto faktu také vyplývá skutečnost, proč je výhřevnost zcela suché biomasy různých plodin skoro stejná – obvykle se pohybuje mezi 17,5 – 19,5 MJ/kg. Biomasa z některých plodin obsahuje však také prvky a sloučeniny, které mohou negativně ovlivnit kvalitu biopaliva. Jsou to například chlor, křemík, dusík a těžké kovy. Velkou předností fytopaliv je, že až na výjimky, neobsahují síru a jejich spalování tedy není zdrojem SO₂. Obsah popela v biomase je velmi nízký, u dřeva se hodnoty pohybují v průměru okolo 1 %, ale často je jeho podíl i nižší. Spalné teplo biomasy je závislé na obsahu vody, který se v praxi pohybuje v širokém rozmezí 10 – 70 %. Výhřevnost s obsahem vody lineárně klesá. [2]

2.3.1 Energetické rostliny a plodiny

Termínem energetické plodiny nebo rostliny jsou označovány taxony dřevin, trvalek a bylin – tedy botanické druhy, kultivary, klony, přírodní i záměrní kříženci – které jsou využívány nebo testovány pro záměrnou produkci biomasy k energetickému využití (resp. pevných, kapalných a plyných biopaliv). V posledním evropském přehledu energetických plodin bylo celkem evidováno 37 plodin, z čehož bylo 10 druhů dřevin. [2]

V posledních letech dochází k jistému posunu v chápání energetických plodin a to tak, že se po vzoru biopaliv rozděluje na energetické plodiny 1. a 2. generace. První skupinu tvoří původně potravinářské, krmivářské, příp. technické zemědělské plodiny, které jsou zpracovávány převážně na kapalná příp. plyná biopaliva. Patří mezi ně například řepka používaná na výrobu FAME a čistého řepkového oleje (PPO), pšenice na výrobu ethanolu, žitovce na výrobu pelet a kukuřice na výrobu bioplynu a ethanolu (USA). Do druhé skupiny patří "nové energetické plodiny", někdy také nazývané ligno-celulózní energetické plodiny. Jedná se zejména o vybrané klony a odrůdy rychle rostoucích dřevin, vytrvalých travin a bylin. Podle současných prognóz by se měly v zemědělství výrazně rozšířit v druhém desetiletí spolu s komerčním rozvojem technologií zkapalňování biomasy (například na ethanol) a efektivních metod spalování (například kogenerací). Pěstování energetických plodin 2. generace a jejich konverzní technologie budou mít lepší ekonomickou efektivnost a výrazně vyšší environmentální přínosy (např. úsporu

skleníkových plynů). Podle našeho aktualizovaného přehledu, bylo zatím v Evropě testováno přes 150 taxonů rostlin pro výběr energetických plodin „druhé generace“. V praxi se pěstuje 5 až 8 taxonů výhradně na zemědělské půdě (ZPF) jako alternativní zemědělské plodiny. Největší pěstební plochy dosahují vrby a topoly (18tis resp. 5tis. ha hlavně ve Švédsku a Itálii) a proso dvojřadé. V domácí praxi se pak nejvíce pěstuje tzv. energetický šťovík na cca 1200 ha a rychle rostoucí dřeviny (topoly a vrby) na cca 150 ha. [2] (obrázek 3)

Plošný energetický zisk pěstování těchto bylin není příliš vysoký. Při sklizni kolem 10t/ha a výhřevnosti kolem 15-20 MJ/kg sušiny je energetický výnos 150-200 TJ/ha. Pokud je tato energie přeměněna v mechanickou práci nebo elektřinu s účinností kolem 30%, odpovídá energetický zisk stálému výkonu zhruba 1,5 kW/ha. Pokud před tím proběhnou další fáze zpracování, je účinnost ještě menší. (obrázek 4)

Proti jiným způsobům zachycování různých forem sluneční energie mají ale energetické byliny jednu velkou výhodu, a tou je jejich skladovatelnost. Energetické náklady na pěstování těchto bylin jsou u nejlepších z nich při správném způsobu pěstování odhadovány na přibližně 10% energetického výnosu. [9]

Mezi jednoleté energetické rostliny řadíme:

- Obilniny – triticales,
- Ozimé žito (*Secale cereale* L.),
- Sudánská tráva (*Sorghum bicolor* var. *sudanense*),
- Konopí seté (*Cannabis sativa* L.),
- Laskavec (*Amaranthus*),
- Sléz přeslenitý (krmný), (*Malva verticillata*),
- Hořčice sarepská (*Barsica juncea*),
- Světlíce barvířská (*Carthamus tinctorius*),
- Lnička setá (*Camelina sativa*).

Na následujících obrázcích jsou uvedeny některé druhy jednotných energetických rostlin.



Triticale [10]



Konopí seté [11]



Světlice barvířská [13]

Obrázek 3. Jednoleté energetické rostliny

Mezi víceleté a vytrvalé energetické rostliny řadíme:

- Pupalka dvouletá (*Oenothera biennis*),
- Komonice bílá (*Melilotus alba*),
- Jestřabina východní (*Galega orientalis*),
- Topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus* L.),
- Šťovík krmný (*Rumex tianshanicus* x *Rumex patientia*),
- Mužák prorostlý (*Silphium perfoliatum* L.),
- Bělotrň kulatohlavý (*Echinops sphaerocephalus*),
- Oman pravý (*Inula helenium* L.).

Na obrázku 4 jsou uvedeny vytrvalé energetické rostliny.



Topinambur hlíznatý [15]



Komonice bílá [16]



Bělotrn kulatohlavý [13]

Obrázek 4. Víceleté a vytrvalé rostliny

Dále je možné pěstovat energetické trávy, mezi které řadíme:

- Sveřep bezbranný – odrůda Tribun (*Bromus inermis* Leyss.),
- Sveřep horský (samužníkovitý) – odrůda Tacit (*Bromus carharticus* Vahl.),
- Psineček veliký (*Agrostis gigantea* L.),
- Lesknice (chrastice) rákosovitá (*Phalaris arundinacea* L.),
- Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*),
- Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*),
- Ozdobnice čínská (sloní tráva), (*Miscanthus sinensis*).

Ze seznamu vytrvalých rostlin je nejvíce propracovaný krmný šťovík (*Rumex tianshanicus* x *rumex patientia*), který se jeví jako nejperspektivnější. Je to kulturní plodina, vyšlechtěná na Ukrajině původně jako krmná a to křížením šťovíku zahradního a

třanšanského, označeného Rumex OK 2, pod názvem odrůdy – UTEUŠA. Tato plodina je krmivářsky vysoce kvalitní a lze ji sklízet na zeleno 3 až 5x do roka. Pokud se nesklízí na zeleno, dorůstá do vysoké silně rozvětvené lodyhy až do 2 – 2,5 m. Rumex OK 2 může vydržet na svém stanovišti 8-10 let, což je z hlediska fytoenergetiky bezpochyby velmi výhodné. V prvním roce se nesklízí, ale již od druhého roku po založení kultury dosahuje výnosu kolem 8 -10t/ha suché hmoty (i více). U nás je šťovík známý jako nepříjemný plevel. Šťovík Uteuša však nemá s tímto plevem nic společného, neboť se jedná o řádně vyšlechtěnou zemědělskou plodinu. Také se často namítá, že jej nelze už nikdy z pole odstranit. To bylo vyvráceno při provozním ověřování, kdy po 3letém pěstování byl pěkný vitální porost šťovíku zaorán a následně byly bez problému pěstovány běžné zemědělské plodiny. Technologie pěstování šťovíku pro energetické účely je tudíž v ČR již do značné míry propracována a zásadní agrotechnické postupy lze již předat zájemců o jejich pěstování. Potvrzuje to i zájem přemýšlivých zemědělců, neboť během posledních 3 let bylo v ČR zaseto již téměř 1000 ha této energetické plodiny. [17] (obrázek 5)

Na následujícím obrázku jsou uvedeny některé druhy energetických trav.



Sveřep bezbranný [18]



Chrastice rákosovitá [19]

Obrázek 5. Energetické trávy

2.3.2 Dřevní biomasa

Mezi dřevní biomasu patří dřevní briket, dřevní pelety, piliny, štěpky a kusové dřevo.

2.3.2.1 Dřevěné brikety

Jsou vyráběny z dřevěného odpadu (např. pilin, hoblin, výjimečně z kůry) vysokotlakým lisováním bez přidaných chemických pojiv. Důležité je, aby se nerozpadávaly, jinak je lze používat jen při spalování spolu s kusovým dřevem nebo hnědým uhlím. Nespornou výhodou briket je, že materiál pro jejich výrobu je tuzemský, obvykle se přepravuje na minimální vzdálenosti. Drtivá většina výrobců dřevních briket má lis pro jejich výrobu napojen přímo na truhlářský nebo pilařský provoz. Samozřejmostí je, jako u všech těchto paliv, jejich obnovitelnost. Materiál pro jejich výrobu stále dorůstá a navíc tento materiál vzniká při jiných činnostech jako odpadní. Ani popel vzniklý při spalování briket není nijak nebezpečný a lze ho použít jako vynikající kompostový materiál. Menší brikety lze dopravovat závitovým dopravníkem, větší jsou vhodné jen pro ruční přikládání. Jejich vlhkost a tím i výhřevnost je dána vlhkostí vstupního materiálu, tedy pilin a hoblin z pilařské výroby. Výhřevnost se pohybuje podle dřeviny okolo 17 až 19 MJ/kg. [39]

2.3.2.2 Piliny

Piliny jsou sypký materiál obsahující jemné částice dřevní hmoty o různé vlhkosti. Vznikají jako vedlejší produkt při mechanickém dělení dřeva řeznými pilovými nástroji. **Využití pilin:** výroba dřevních pelet a briket, přímé spalování v elektrárnách a teplárnách při výrobě cihel (během vpalování zvyšují teplotu uvnitř cihly, díky čemuž vznikají póry a zlepšují se termoizolační vlastnosti cihel). [39]

2.3.2.3 Štěpka

Zelená štěpka vzniká zpracováním materiálu obsahujícího asimilační orgány (jehličí a listy), jedná se především o čerstvý klest z lesních těžeb. Jediné využití zelené štěpky spočívá ve spalování v elektrárnách a spalovnách. Hlavní nevýhodou je rychlejší ztráta kvality, především z důvodu vysokého obsahu vody. Tato štěpka tedy není vhodná pro dlouhodobější skladování.

Hnědá štěpka vzniká při zpracování materiálu bez asimilačních orgánů (jehličí a listí), ale s větším podílem kůry. Vstupním materiálem může být například starší klest

z lesních těžeb, drobný listnatý klest bez asimilačních orgánů (jehličí a listí). Tato štěpka je vhodná pro energetické využití, především z důvodu nižší vlhkosti a tím také vyšší výhřevnosti. Zároveň díky nižší vlhkosti může být skladována delší dobu bez výraznější ztráty kvality.

Bílá štěpka vzniká při štěpkování krajin a dalšího odkorněného materiálu na pilařských závodech vybavených odkorňovači. Bílá štěpka se používá především při výrobě dřevotřískových desek. Vzhledem k vyšší ceně se pro energetické účely nepoužívá. [39]

2.3.2.4 Dřevní pelety

Vyrábějí se ze stejného materiálu i stejným způsobem jako dřevěné brikety, liší se jen ve velikosti. Díky menší velikosti jsou vhodné pro automatické kotle, čímž dosáhneme podobného komfortu jako při topení plynem. Nejsou však vhodné pro zplynovací kotle. [39]

2.3.2.5 Kusové dřevo

Jedná se o nejstarší a stále zřejmě nejvyhledávanější druh biomasy, využívaný pro vytápění domácností. Jeho největší výhodou je cena a dostupnost. Velkým záporem však jsou vysoké nároky na skladovací prostor a v neposlední řadě také nemožnost tyto kotle výrazněji automatizovat.

Požadovaná vlhkost pro spalování je okolo 20%, této vlhkosti dosahuje ale až po roce skladování (při kácení má vlhkost v čerstvém stavu 50%, i více). Vlhkost totiž ovlivňuje nejen účinnost spalování, ale i životnost kotle. Výhřevnost dřeva je při vlhkosti 25% v rozpětí od 8,8 MJ/kg do 11,3 MJ /kg (buk). Největšího účinku se dosahuje při spalování kusového dřeva ve zplynovacích kotlích. [39]

2.3.3 Agro biomasa

Výroba spočívá ve stlačení suchých rostlin (slámy, sena, apod.) rozsekaných na jemnou frakci do granulí o průměru 6, 8 a 12 mm a délce 20 – 40 mm. Tyto granule jsou velmi koncentrovaným palivovým materiálem s měrnou hmotností 1,4 kg/dm³ (těžší a hutnější než dřevo). Mají výborné vlastnosti především při spalování v automatických

kotlích, protože umožňují snadnou manipulaci, automatické dávkování a dlouhodobou regulaci výkonu kotle s minimálními nároky na údržbu. Možnost skladování, balení a dopravy i k odběratelům je oproti dřevu a uhlí výrazně pohodlnější. Navíc mají výrazně nižší podíl odpadu tuhých částic (5 - 10x oproti uhlí), produkují méně zplodin a poskytují čistý provoz u spotřebitele. Jedná se především o pelety: slunečnicové, řepkové, slaměné a otrubové.

- Otrubové pelety - otruby jsou vedlejším mlýnským produktem, který přepadáva mj. z posledních šrotů a dále od loupání a kartáčování obilí. Otruby obsahují jak částice slupek, tak i klíčků a endospermu.
- Řepkové pelety - Jsou vyráběny z řepkové slámy, ta má oproti obilní slámě, u které se počítá s výhřevností 14,0 -14,4 GJ/t, výhřevnost vyšší (15 až 17,5 GJ/t). Výnos řepkové slámy se v ideálním případě pohybuje kolem 4 t/ha, což by v ideálním případě, tj. při 100% využití slámy a osevní ploše 270 000 ha, přineslo roční produkci 1 080 000 tun slámy. V praxi však bude možno využít maximálně 60 % vyprodukované řepkové slámy.
- Slaměné pelety - Pro výrobu těchto pelet se využívají celé zbytky rostlin po sklizni obilí. Jedná se o známé balíky slámy (hranaté i kulaté), které můžeme vidět kdekoli na polích. Obiloviny zaujímají v ČR 51,5 % plochy zemědělské půdy. V roce 2000 byly sklizeny obiloviny z celkové plochy 1 580 000 ha a při uvažovaném průměrném výnosu 4 tuny slámy z hektaru bylo dosaženo celostátní produkce 6 324 000 t slámy. Z celkového množství vyprodukované obilní slámy lze pro nezemědělské (např. energetické) využití uvažovat maximálně 20-30 %. Zbývající sláma zůstává v zemědělských podnicích ke krmení a na stelivo, část slámy zůstává na polích k zaorání.
- Slunečnicové pelety - Vyrábějí se ze slupek získaných ze semen při lisování slunečnicového oleje. Ty obsahují vysoký podíl mastných velmi dobře hořlavých látek, díky tomu jsou vhodné pro energetické využití. [40]

2.3.4 Spalovací zařízení na biomasu

Biomasa (nejčastěji ve formě dřevní štěpky) se ve velkém spaluje v klasických elektrárnách ve fluidních kotlích s cirkulací spalin spolu s energetickým uhlím. Pro

průmyslové aplikace nebo systémy centrálního zásobování teplem se používají kotle nad 100 kW spalující také dřevní štěpku nebo balíky slámy. Často jsou vybaveny automatickým přikládáním paliva a zvládnou spalovat i méně kvalitní a vlhčí biomasu. Někdy tato zařízení využívají kombinovanou výrobu tepla a elektřiny (kogenerace). Spalování čisté biomasy a spoluspalování biomasy s energetickým uhlím ve větším množství se v závislosti na případných změnách související legislativy jeví jako perspektivní směr energetického využívání obnovitelných zdrojů v ČR. Kotle pro rodinné domky pracují obvykle tak, že se palivo nejprve zplyňuje a teprve potom se plyn spaluje. Takový systém umožňuje velmi dobrou regulaci srovnatelnou s plynovými kotli. Kotle spalují nejčastěji polenové dříví či pilinové brikety, někdy v kombinaci se dřevní štěpkou nebo dřevním odpadem. Oblibu si získávají lisované pilinové pelety, které umožňují bezobslužný provoz kotle a komfortní dopravu a skladování. Dřevo se dále spaluje i v cihlových pecích, kachlových nebo kovových kamnech. Výhodou kamen je, že se rychle rozežhřejí. Jejich účinnost závisí na konstrukci i na uživateli. Některá moderní kamna mají také vestavěnou topnou vložku, takže pracují zároveň i jako kotel ústředního vytápění. [3]

Zařízení na spalování biomasy lze rozdělit následovně:

- Lokální spalovací zařízení na spalování biomasy (*obrázek 6*)
 - Otevřené krby – výrazná spotřeba spalovacího vzduchu, nízká účinnost < 20%
 - Krbové vložky – uzavřené topeniště, nízká teplota v topeništi, nízká účinnost < 40%
 - Krbová kamna – samostatně stojící interiérová topidla, účinnost až 80% (pro peletová kamna)
 - Sálavá akumulární (kachlová) kamna – přenos tepla se zpožděním [20]



krbová kamna na dřevo

krbová kamna na pelety

akumulační kamna

Obrázek 6. Lokální spalovací zařízení [20]

- Centrální spalovací zařízení na biomasu (obrázek 7)
 - Klasické kotle na tuhá paliva (dřevo) – palivo spalováno přímo v topeništi, omezená regulace výkonu omezením přívodu vzduchu, účinnost 65 – 70 %
 - Zplyňovací kotle na kusové dřevo – zplyňování v topeništi, spalování plynů ve spalovací komoře, regulace výkonu 50 – 100 % (přívod primárního vzduchu), účinnost 80 – 90 % při nominálním výkonu
 - Automatické kotle na pelety (štěpka) - zplyňování v topeništi, spalování plynů ve spalovací komoře, bezobslužný provoz, regulace výkonu 25 – 100 %, účinnost 85 – 92 % v regulačním rozsahu [20]



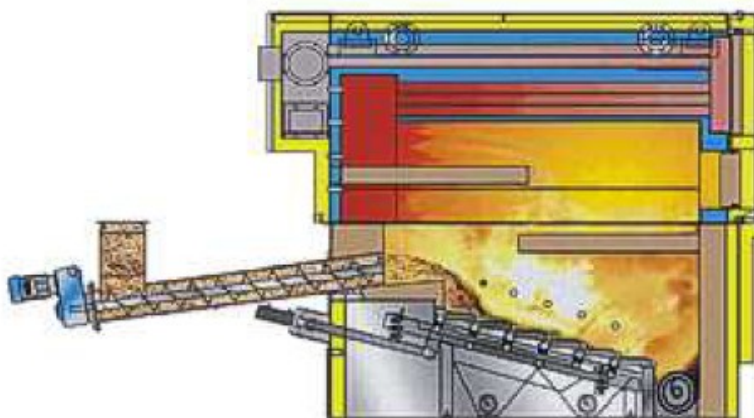
kotel na dřevo

kotel na pelety

automatický kotel na štěpku

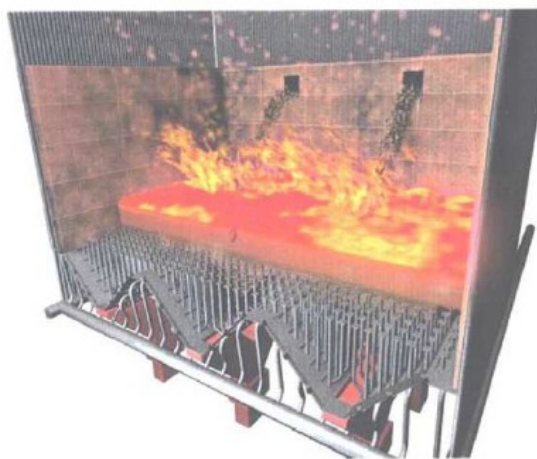
Obrázek 7. Centrální spalovací zařízení na biomasu [20]

- Spalování na roštu – paliva s vysokou vlhkostí $> 40\%$, výkony do 50 MW, účinnost do 85 % (obrázek 8)



Obrázek 8. Roštový kotel na spalování biomasy [20]

- Fluidní spalování – vnos paliva proudem spalín a vzduchu, vysoký přenos tepla a látky, cirkulační vrstva, pouze 700 – 900 °C, rychlé spalování, vlhká biomasa, účinnost 85 – 88 % (obrázek 9)



Obrázek 9. Fluidní kotel se stacionární vrstvou [20]

2.4 Energie větru

Na území ČR se větrná energie využívala v minulosti ve větrných mlýnech. Historicky je postavení prvního větrného mlýna na území Čech, Moravy a Slezska doloženo již v roce 1277 v zahradě Strahovského kláštera v Praze. Jaderná energetika je

tedy ve srovnání s větrnou skutečným batoletem. První větné elektrárny vznikaly koncem 80. let minulého století. První fáze boomu jejich výstavby proběhla v letech 1990-1995, další oživení přišlo na začátku nového tisíciletí. V současné době větrné elektrárny pracují zhruba na stovce lokalit v ČR, jejich nominální výkon se pohybuje od malých výkonů (300 W) pro soukromé využití až po 3 MW u velkých jednotek. Mezi výrobce patří především dodavatelé z Dánska a Německa. Zatímco na konci roku 2004 pracovaly větrné elektrárny v ČR s celkovým instalovaným výkonem o něco málo vyšším než 15 MW (vyrobily necelých 10 GWh elektrické energie), v roce 2010 dosáhly asi 215 MW. Nepravidelnost, nahodilost a nepřesnost předpovědí síly i směru větru způsobují, že zařízení určená k využívání jeho energie jsou schopna pracovat pouze po 10 až 20 % roční doby. Až na výjimky leží vhodné lokality v horských pohraničních pásmech Krušných hor a Jeseníků, popř. v oblasti Českomoravské vrchoviny. Podle předběžných odhadů by bylo možné v Krušných horách postavit 320 až 340 větrných elektráren o jednotkovém výkonu 1,2 až 2 MW. Při racionálním využití větrného potenciálu, který je v České republice k dispozici, by se zde mohlo vyrábět 6 TWh ročně, což je spotřeba více než 4 milionů lidí. Program rozvoje větrné energetiky přijaly země Evropských společenství již v roce 1980. Začaly stanovením technických a hospodářských možností v jednotlivých členských zemích a zpracováním jejich větrných energetických atlasů. Od roku 1993 zaznamenává větrná energetika ve světě prudký růst. Majoritní podíl na evropském výkonu větrných elektráren, drží Německo s instalovaným výkonem přes 27 000 MW, výkon zhruba 20 000 MW je ve Španělsku, hranici 5 tisíc MW překročily Itálie, Francie a Velká Británie. Mezi další významné státy patří v tomto ohledu Dánsko, Nizozemsko a Portugalsko. Na celkové spotřebě elektřiny v zemích pětadvacítky se tento zdroj podílí pěti procenty. Evropská komise předpokládá, že do roku 2020 stoupne podíl větrné elektřiny na celkové produkci na 12,1 %. [3] (obrázek 10)



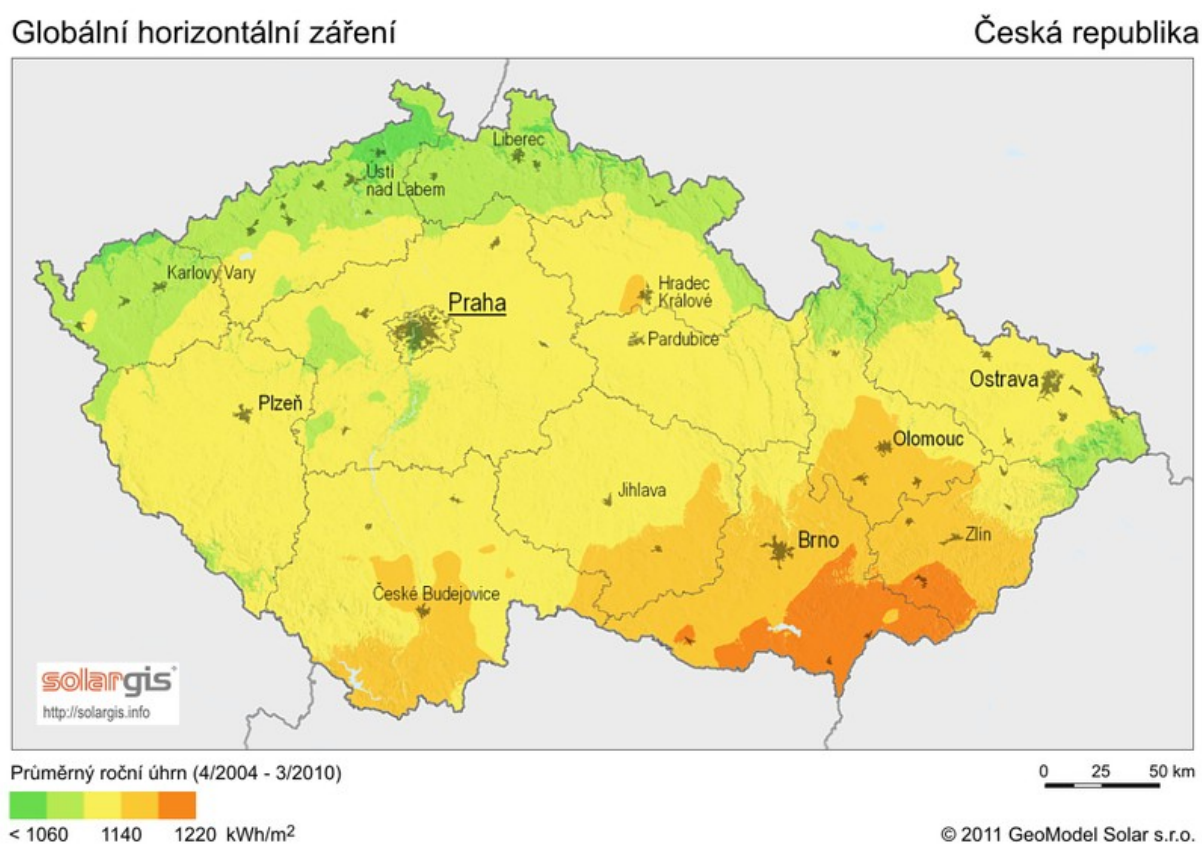
Obrázek 10. Větrné elektrárny u Ostružné (Jesenicko) [21]

2.5 Energie slunečního záření

Stejně jako jsou negativní dopady jaderné elektrárny na životní prostředí minimální, získávání elektrické energie přímo ze slunečního záření je z hlediska životního prostředí také čistým a šetrným způsobem její výroby. Jaderná energetika i sluneční elektrárny využívají zdroje energie, kterého je a ještě dlouho bude v přírodě dostatek. Účinnost přeměny slunečního záření na elektřinu umožňuje získat se současnými solárními systémy z jednoho metru aktivní plochy až 110 kWh elektrické energie za rok. V našich podmínkách je ve srovnání se současnými klasickými zdroji elektrická energie ze solárních systémů však stále ještě podstatně dražší a musí být dotovaná státem. Technologie slunečních elektráren však má teoreticky neomezený růstový potenciál a vyspělé státy s ní do budoucna počítají. Celosvětový meziroční nárůst výroby solárních panelů se po roce 2000 pohybuje okolo 35 %. Celkový instalovaný výkon slunečních elektráren na světě byl v roce 2010 přes 30 000 MW. Z téměř 90 % se na tomto čísle podílely Německo, Japonsko a Spojené státy.

Podíl fotovoltaiky na celkové produkci elektrické energie ve světě představuje pouze asi 0,01 %. Optimistické předpovědi kalkulující s postupným odezníváním současné ekonomické recese počítají pro rok 2015 se 72 GW instalovaného výkonu. První sluneční elektrárna o výkonu 10 kW byla uvedena do provozu v roce 1998 na vrcholu hory Mravenečník v Jeseníkách (dnes je umístěna, jako demonstrační zařízení v areálu JE Dukovany coby součást informačního centra). Od roku 2000 zaváděl stát nástroje na

podporu fotovoltaiky, a to jak podporou demonstračních projektů, tak podporou vývoje a výzkumu. Podpora vyvrcholila v roce 2010, kdy však bylo dosaženo nejvyšší míry disproporce mezi vyšší výkupní ceny elektřiny z fotovoltaických instalací a náklady na pořízení fotovoltaických panelů. To mj. zapříčinilo obrovský boom výstavby fotovoltaických zařízení domácími i zahraničními investory. Stát musel v průběhu roku na doporučení ČEPS, a. s., podporu omezit, aby nestabilní fotovoltaické instalace nerozkolísaly elektrizační soustavu. Přesto se Česká republika stala koncem roku 2010 třetím největším provozovatelem fotovoltaických elektráren na světě. [3] (obrázek 11)



Obrázek 11. Globální horizontální záření v ČR [22]

Elektrickou energii lze získat ze sluneční energie různými způsoby, přímo i nepřímo. **Přímá přeměna** využívá fotovoltaického jevu, při kterém se v určité látce působením světla (fotonů) uvolňují elektrony. Tento jev může nastat v některých polovodičích (např. v křemíku, germaniu, selenu, kadmia aj.). Fotovoltaický článek je tvořen nejčastěji tenkou destičkou z monokrystalu křemíku, použít lze i polykrystalický materiál. Destička je z jedné strany obohacena atomy trojmocného prvku (např. bóru), z

druhé strany atomy pětímocného prvku (např. arzenu). Když na destičku dopadnou fotony, záporné elektrony se uvolňují a zbývají kladně nabitě "díry". Přiložíme-li na obě strany destičky elektrody a spojíme je vodičem, začne protékat elektrický proud. Jeden cm^2 dává proud okolo 12 mW (miliwattů). Jeden metr čtvereční slunečních článků může dát v letní poledne až 150 W stejnosměrného proudu. Sluneční články se zapojují buď za sebou, abychom dosáhli potřebného napětí (na jednom článku je 0,5 V), nebo vedle sebe tak, abychom získali větší proud. Spojením mnoha článků vedle sebe a za sebou vzniká sluneční panel.

Nepřímá přeměna je založena na získání tepla pomocí slunečních sběračů. V ohnisku sběračů umístíme termočlánky, které mění teplo v elektřinu. Termoelektrická přeměna spočívá na tzv. Seebeckově jevu (v obvodu ze dvou různých drátů vzniká elektrický proud, pokud jejich spoje mají různou teplotu). Jednoduché zařízení ze dvou různých drátů spojených na koncích se nazývá termoelektrický článek. Jeho účinnost závisí na vlastnostech obou kovů, z nichž jsou dráty vyrobeny, a na rozdílu teplot mezi teplým a studeným spojením. Větší množství termoelektrických článků vhodně spojených se nazývá termoelektrický generátor. [3]

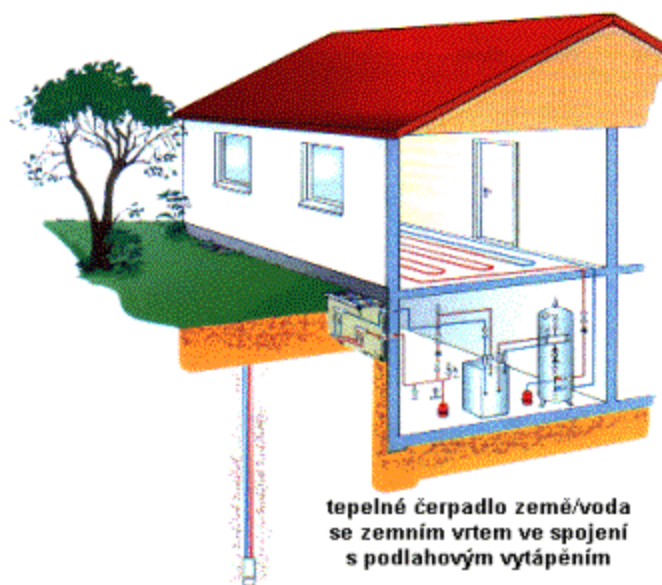
2.6 Tepelná čerpadla

V zemi, vodě i ve vzduchu je obsaženo nesmírné množství tepla; jeho nízká teplotní hladina však neumožňuje přímé energetické využití. Tepelná čerpadla jsou zařízení, která umožňují odnímat teplo okolnímu prostředí, převádět je na vyšší teplotní hladinu a předávat ho cíleně pro potřeby vytápění nebo pro ohřev teplé užitkové vody. Tepelná čerpadla neprodukují odpad, jde o zcela bezodpadovou technologii. Principem tepelného čerpadla je uzavřený chladicí okruh (obdobně jako u chladničky), jímž se teplo na jedné straně odebírá a na druhé předává. Chladnička odebírá teplo z vnitřního prostoru a předává je kondenzátorem na své zadní straně do místnosti. Tepelné čerpadlo místo potravin ochlazuje například vzduch, půdu nebo podzemní vodu. Teplo odebrané těmito zdroji předává do topných systémů. Činnost tepelného čerpadla využívá fyzikální jevy spojené se změnou skupenství pracovní látky - chladiva. Ve výparníku tepelného čerpadla chladivo při nízkém tlaku a teplotě odnímá teplo zdroji nízkopotenciálního tepla, dochází k varu. Páry chladiva jsou stlačeny, zahřívají se a v kondenzátoru předávají kondenzační teplo ohřívané látce. Tím se opět ochlazují a zkapalňují. Celý oběh je uzavřen odvodem chladiva do výparníku přes expanzní ventil, který snižuje tlak kapalného chladiva. Tepelné čerpadlo

dokáže odebrat teplo z okolního vzduchu, odpadního vzduchu, povrchových vod, půdy, vrtů i z podzemní vody. Využitelným zdrojem je i odpadní teplo technologických procesů. Podle způsobu, jakým se uskutečňuje odsávání par z výparníku a zvýšení jejich tlaku, dělí se tepelná čerpadla na kompresorová (nejběžnější druh), absorpční a hybridní. Typ tepelného čerpadla se určuje podle druhu ochlazované a ohřívané látky. Nejobvyklejší kombinace jsou vzduch/voda, vzduch/vzduch, voda/voda, nemrznoucí kapalina/voda nebo země/voda. Pro ohřev vody nebo pro vytápění rodinných domků jsou na našem trhu dostupná kompaktní tepelná čerpadla. U teplovzdušných tepelných čerpadel se často využívá možnost reverzního chodu - zatímco v zimě topí, v létě vzduch v místnosti ochlazuje. Tyto systémy se rozšiřují zejména v kancelářských prostorách. V zemědělství jsou rozšířena tepelná čerpadla, která odpadním teplem z chlazení mléka ohřívají teplou užitkovou vodu. Obdobné aplikace založené na kombinaci chlazení a ohřevu užitkové vody se používají i v průmyslu. [3]

Celkový topný výkon je součtem energie získané z okolního prostředí (65 až 70% - zdarma) a energie dodané (30 až 35% - nutno zaplatit). Jejich provoz je nejehospodárnější tehdy, když je použit nízkoteplotní topný systém, tj. např. systém s podlahovým vytápěním nebo s vhodně dimenzovanými deskovými topnými tělesy. Jmenovitá tepelná ztráta objektu (vyjádřená v kW) se stanovuje podle normy vždy vztažená k tzv. výpočtové venkovní teplotě např. -15°C . Topná sezóna trvá cca 215 až 240 dnů v roce. Během této doby se každodenně mění teplota a vlhkost venkovního vzduchu, oslunění, směr a síla větru. To vše ovlivňuje nároky objektu na skutečnou spotřebu tepla na vytápění. Z dlouhodobých hydrometeorologických pozorování víme, že počet mrazivých dnů (denní průměr pod -5°C) je v roce 10 až 20. Energetická potřeba tepla na vytápění v těchto chladných dnech je menší než 5 % celoroční potřeby. Proto, aby investice do tepelného čerpadla byla účelně využita, se výkon tepelného čerpadla nedimenzuje na plnou hodnotu jmenovitých tepelných ztrát objektu, ale na zhruba 50 až 70% této hodnoty. Tepelné čerpadlo pak svým výkonem stačí plně krýt aktuální tepelnou ztrátu objektu do určité venkovní teploty, při venkovní teplotě nižší je třeba dotápět klasickým zdrojem. Tepelné čerpadlo tak pokryje v průběhu celé topné sezóny 80 až 95% tepelné energie potřebné na vytápění. (obrázek 12)

Kompaktní tepelná čerpadla systému vzduch/voda získávají energii z okolního vzduchu. Spodní hranice teploty venkovního vzduchu, při které je možno tepelné čerpadlo použít je -18°C . [23]



Obrázek 12. Tepelné čerpadlo země – voda [23]

2.7 Energie příboje a přílivu oceánů

Celá hmota světových moří a oceánů je v neustálém pohybu, a to nejen na povrchu, ale i ve značných hloubkách. Nejdůležitějším pohybem vodních částic na povrchu oceánů a moří je vlnění způsobené větrem, slapovým působením Měsíce a Slunce, vtokem velkých řek, posunem zemských desek v důsledku podmořských zemětřesení apod. Odhaduje se, že energie, kterou vyvinou vlny ve všech světových oceánech, dosahují hodnoty 342 miliard MJ. V této souvislosti vypočetli, že každá vlna vzdutého moře při pobřeží Velké Británie má nepřetržitě po celý rok na jeden metr své délky výkon 50 až 80 kWh. Zatím se energie oceánů využívá velice málo. První kroky k praktickému využití však už byly učiněny. Jedním z mnoha řešení je návrh trojdílných pontonů plovoucích na hladině a zakotvených na dně. Pohyb vln by se přenášel na vodní motor. Další zajímavý návrh pod názvem Ploeg se týká instalace řady plováků, které působením vln kmitají kolem osy. Pohyb je soustavou hydraulických nebo mechanických zařízení převáděn na generátor. Jiný způsob využití energie vln byl navržen v Japonsku. Elektrárna Kalimai je podobná cisternové lodi dlouhé 80 a široké 12 m. Mořské vlny stlačují v komorách stanice vzduch a pohánějí 3 turbíny s generátory o výkonu 200 kW. Takto upravená elektrárna je víceúčelová, protože plní funkci vlnolamu před přístavem a před rybími farmami. U havajského pobřeží byly prováděny pokusy i s minielektrárnami umístěnými v mořských bójích. Na převratnou myšlenku přišli pracovníci firmy Lockheed. Navrhli konstrukci elektrárny Dam-Atol. Jde o

umělý ostrov, na kterém by byla umístěna přehrada. Vlnová elektrárna má být kruhová o průměru 76 m. Lopatky zvláštního tvaru by přiváděly vodu z moře do středu elektrárny, kde by se vytvářel mohutný vír, který by otáčel lopatkami turbíny. Přivaděč vody by měl průměr 20 m a hydrogenerátor by dosahoval výkonu až 2 MW. Síla příboje při větších bouřkách je až neuvěřitelná. Například ve Francii přehazovaly příbojové vlny přes kamenný vlnolam vysoký 7 m balvany o hmotnosti až 3,5 t a betonový blok o hmotnosti 65 t posunuly na vzdálenost 20 m. Přesto je síla příboje zatím velmi málo používána - v místech silného příboje se nenalézají velká města a ani se nestaví žádné velké průmyslové podniky. Příbojová hydroelektrárna na pobřeží Bretaně s generátory umístěnými pod mořskou hladinou měla jen malý úspěch. Vodní turbína s vertikálním hřídelem využívající oba směry průtoků vody byla zkonstruována v Japonsku. Lze ji použít i pro využití příboje. Její lopatky se samy otevírají asi na polovině obvodu ve směru proti vodnímu průtoku. Výsledná nerovnováha tvoří točivý moment. Čtyřlopatkové turbíny mají průměr až 700 mm a výšku 150 mm. Příliv a odliv je důsledkem působení slapových sil Měsíce a Slunce. Na výšku přílivu a odlivu má zásadní vliv tvar pobřeží (nejvyšší známý příliv je u Nového Skotska v USA – o plných 20 m). Chod slapových sil, a tím přílivů a odlivů, není pravidelný. Při stavbě přílivových elektráren je třeba přihlížet ke všem vlastnostem toho či onoho místa a ke všem nepravidlostem, které s sebou nese. Ve Francii a Itálii jsou známy stavby přílivových mlýnů již ze 13. století. Přílivová vlna se vlévala přímo do nádrží a při odlivu se vypouštěla na mlýnská kola. Nepravidlosti přílivů a odlivů však přinášely značné obtíže, a to nejen starobylým mlýnům. Potíže vznikaly i v později budovaných přílivových elektrárnách. Na obrázku 13 je znázorněna slapová elektrárna. Za nejstarší přílivovou elektrárnu z roku 1913 je považována, anglická Dee Hydro Station v Cheshire o výkonu 635 kW. První moderní přílivová elektrárna zahájila provoz v roce 1966. Jde o francouzskou přílivovou elektrárnu v Bretani, v ústí řeky La Rance. V těchto místech je průměrná výška přílivu 8,4 m. Přílivová voda pro turbíny je navíc posilována i přítokem řeky. Výkon elektrárny je 240 MW. Elektrárna je vybavena 24 reverzními turbínami, takže využívá jak přílivu, tak odlivu. Pracuje ročně 2 250 hodin a produkuje 540 milionů kWh elektrické energie. V roce 1984 byl v Kanadě v bazénu Annapolis s výškou přílivu až 15,8 m také spuštěn první stroj přílivové elektrárny. Rotor přímoproudé turbíny se čtyřmi lopatkami má průměr 7,6 m a výkon 17,8 MW. [3] Obrázek 14 znázorňuje přílivovou elektrárnu Annapolis Royal v Novém Skotsku (Kanada). [3] [24] [25]



Obrázek 13. Slapová elektrárna na severním pobřeží Devonu v Severním Irsku
[25]



Obrázek 14. Přílivová elektrárna Annapolis Royal v Novém Skotsku (Kanada)
[24]

K nevýhodám přílivových elektráren patří skutečnost, že jejich pracovní doba mnohdy nesouhlasí s energetickou špičkou elektrizačních soustav a že místa vhodná pro výstavbu těchto elektráren jsou často značně vzdálena od míst spotřeby produkované energie. Přesto energie přílivů a odlivů je nadějným energetickým zdrojem pro využití v budoucnosti. Ročně by se tak mohlo získat 7,2 až 11,8 biliónů MJ elektrické energie. [3]

3 Státní podpora a motivační programy

Česká republika biomasu podporuje v oblasti investičních i provozních nákladů. Podpora je odlišná podle kategorie původu a druhu biomasy, typu produkované energie a velikosti zařízení. Každé ministerstvo, jehož agenda obnovitelné zdroje nebo energetiku zahrnuje, má vlastní dotační schémata na podporu investičních nákladů – zemědělství má Program rozvoje venkova, životní prostředí má Státní fond životního prostředí a jeho operační programy, průmysl a obchod mají agenturu CzechInvest a její operační programy. Podporována je i věda a výzkum v rámci těchto programů, nebo jako specifická grantová schémata. V části provozních nákladů existuje státní podpora ve formě tzv. garantovaných výkupních cen a zelných bonusů pro výkup energií z obnovitelných zdrojů, které každoročně stanovuje Energetický regulační úřad. Další vývoj podpory v dlouhodobém výhledu (ale i v krátkodobém, jak dokazuje nedávná restrikce v podpoře bioplynových stanic) záleží hlavně na politických rozhodnutích na národní i evropské úrovni. [26]

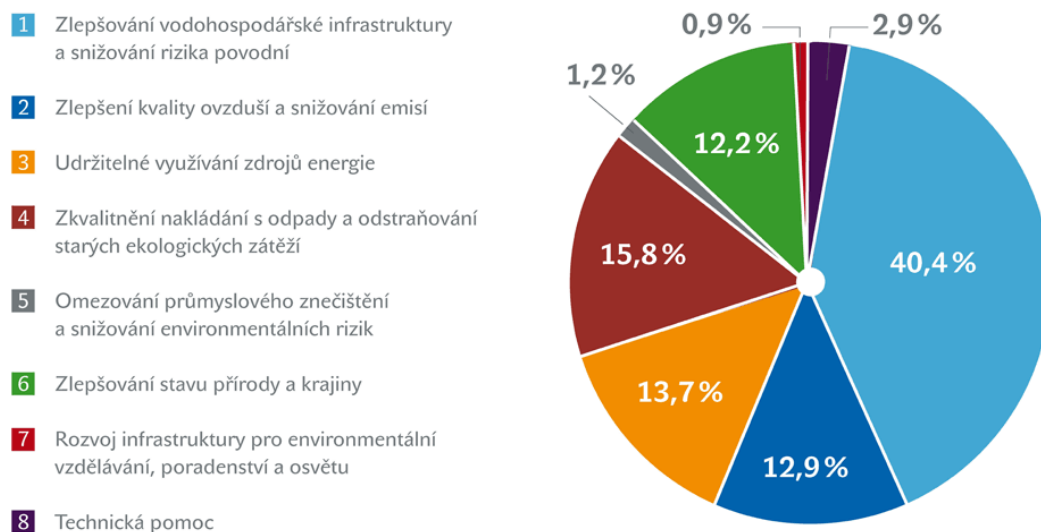
Operační program Životní prostředí nabízí v letech 2007 - 2013 z Fondu soudržnosti a Evropského fondu pro regionální rozvoj téměř 5 miliard euro. Objemem financí - 18,4 % všech prostředků určených z fondů EU pro ČR - se jedná o druhý největší český operační program. Cílem operačního programu je ochrana a zlepšování kvality životního prostředí jako základního principu trvale udržitelného rozvoje. Kvalitní životní prostředí je základem zdraví lidí a přispívá ke zvyšování atraktivity České republiky pro život, práci a investice, a podporuje tak naši celkovou konkurenceschopnost. Operační program Životní prostředí, který připravil Státní fond životního prostředí a Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s Evropskou komisí, přináší České republice prostředky na podporu konkrétních projektů v sedmi oblastech: [25]

- **Prioritní osa 1 - Zlepšování vodohospodářské infrastruktury a snižování rizika povodní** - Podporuje projekty, které směřují ke zlepšení stavu povrchových a podzemních vod, zlepšení jakosti a dodávek pitné vody a snižování rizika povodní.
- **Prioritní osa 2 - Zlepšování kvality ovzduší a snižování emisí** - Podporuje projekty, které jsou zaměřeny na zlepšení nebo udržení kvality ovzduší a omezení emisí základních znečišťujících látek do ovzduší s důrazem na využití nových, šetrných způsobů výroby energie včetně obnovitelných zdrojů energie a energetických úspor.

- **Prioritní osa 3 - Udržitelné využívání zdrojů energie** - Podporuje projekty zaměřené na udržitelné využívání zdrojů energie, zejména obnovitelných zdrojů energie, a prosazování úspor energie. Dlouhodobým cílem programu je zvýšení využití obnovitelných zdrojů energie při výrobě elektřiny a tepla a efektivnější využití odpadního tepla.
- **Prioritní osa 4 - Zkvalitnění nakládání s odpady a odstraňování starých ekologických zátěží** - Podporuje projekty, které se zaměřují na zkvalitnění nakládání s odpady, snížení produkce odpadů nevhodných pro další zpracování a odstraňování starých ekologických zátěží.
- **Prioritní osa 5 - Omezování průmyslového znečištění a environmentálních rizik** - Nabízí podporu formou dotací projektům zaměřeným na omezování průmyslového znečištění a s ním souvisejících rizik pro životní prostředí s důrazem na prevenci a výzkum v oblasti znečišťujících látek a jejich monitorování.
- **Prioritní osa 6 - Zlepšování stavu přírody a krajiny** - Podporuje projekty, které přispívají ke zpomalení či zastavení poklesu biodiverzity, ochraně ohrožených druhů rostlin a živočichů, zajištění ekologické stability krajiny a podporují vznik a zachování přírodních prvků v osídlených oblastech.
- **Prioritní osa 7 - Rozvoj infrastruktury pro environmentální vzdělávání, poradenství a osvětu** - Nabízí podporu při budování široké sítě center environmentálního vzdělávání a informačních center zaměřených na ochranu životního prostředí ve všech krajích České republiky a na zabezpečení kvalitních odborných materiálů pro environmentální vzdělávání, včetně internetových řešení či naučných stezek. [25]

Na obrázku 15 je názorně ukázán podíl jednotlivých prioritních os v operačním programu Životní prostředí.

PODÍL JEDNOTLIVÝCH PRIORITNÍCH OS V OPŽP



Obrázek 15. Podíl jednotlivých prioritních os v operačním programu Životní prostředí [25]

3.1 Prioritní osa 2 OPŽP

Cílem podpory je zlepšení nebo udržení kvality ovzduší a omezení emisí základních znečišťujících látek do ovzduší s důrazem na využití environmentálně šetrných způsobů výroby energie včetně energetických úspor.

Podporované oblasti

- Oblast podpory 2.1 - Zlepšení kvality ovzduší.
- Oblast podpory 2.2 - Omezování emisí.

Kdo může žádat o dotaci

O dotaci mohou požádat jak podnikatelské, tak nepodnikatelské subjekty, zejména obce a města, příspěvkové organizace obcí a měst, státní organizace, organizace a subjekty vlastněné obcemi, neziskové organizace. Přesný výčet subjektů, podmínky pro podání žádostí o dotace a podrobnější informace prostudujte v **Implementačním dokumentu**.

Kdy můžete žádat o dotaci

Žádosti o dotaci je možné podávat pouze v rámci výzvy vyhlášené pro danou oblast podpory. Aktualizovaný harmonogram výzev je k dispozici v sekci Nabídka podpory. Plán výzev je pouze orientační, skutečné termíny příjmu žádostí, stejně jako dílčí omezení oblastí podpory, jsou zveřejněny vždy až s vyhlášením dané výzvy.

Výše podpory

- Dotace do výše 90 % z celkových způsobilých veřejných výdajů projektu.
- Minimální způsobilé výdaje na projekt jsou stanoveny ve výši 0,5 milionu korun.

3.1.1 Typy podporovaných projektů

Mezi typy projektů, které podporuje stát, patří nejen kvalita ovzduší, ale i omezování prašnosti, sledování emisní zátěže a tím i omezování emisí.

3.1.1.1 Zlepšování kvality ovzduší

Při snaze zlepšit kvalitu ovzduší slouží například výstavba centrálního zdroje tepla tepla včetně nově budovaných rozvodů tepla a rozšíření stávajících rozvodů k možnosti připojení nových zákazníků a jako náhradu spalovacích zdrojů ve stávajících objektech. Pořízení nízkoemisního spalovacího zdroje a rozšíření stávající středotlaké sítě při současném zajištění přechodu na spalování plyných paliv u jednotlivých zdrojů.

3.1.1.2 Omezování prašnosti

Výsadba a regenerace izolační zeleně oddělující obytnou zástavbu od průmyslových staveb či komerčních areálů nebo frekventovaných dopravních koridorů.

3.1.1.3 Systémy sledování imisní zátěže

Tvorba a aktualizace databází určených pro hodnocení kvality ovzduší. Výstavba a obnova systémů sledování kvality ovzduší.

3.1.1.4 Omezování emisí

Omezení emisí je možné více způsoby a za využití různých opatření.

- Rekonstrukce spalovacích zdrojů pro snížení nebo instalace dodatečných zařízení pro zachyt emisí oxidů dusíku a síry nebo tuhých znečišťujících látek.
- Rekonstrukce nespalovacích zdrojů nebo instalace dodatečných zařízení pro zachyt emisí za účelem jejich snížení.
- Opatření vedoucí ke snížení emisí čpavku a těkavých organických látek do ovzduší.

- Rekonstrukce a úpravy zvláště velkých spalovacích stacionárních zdrojů za účelem snížení emisí zejména oxidů dusíku a síry, prachových částic a současně vytvoření nových kapacit na spoluspalování odpadu.
- Rekonstrukce a úpravy velkých nespalovacích stacionárních zdrojů za účelem snížení nebo instalace dodatečných zařízení pro zachyt emisí oxidů dusíku nebo prachových částic a současně zvýšení stávajících nebo vytvoření nových kapacit na spoluspalování odpadu.

3.2 Prioritní osa 3 OPŽP

Cílem podpory je snížit spotřebu energie, zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie při výrobě tepla nebo elektřiny a využít odpadní teplo.

Podporované oblasti

- Oblast podpory 3.1 - Výstavba nových zařízení a rekonstrukce stávajících zařízení s cílem zvýšení využívání obnovitelných zdrojů energie pro výrobu tepla, elektřiny a kombinované výroby tepla a elektřiny.
- Oblast podpory 3.2 - Realizace úspor energie a využití odpadního tepla u nepodnikatelské sféry.

3.2.1 Typy podporovaných projektů

Výroba tepla, výroba elektřiny, kombinovaná výroba elektrické energie a tepla, následná realizace úspor energie, využití odpadního tepla je zahrnuta, do podporovaných projektů státu.

3.2.1.1 Výroba tepla

Výstavba a rekonstrukce lokálních i centrálních zdrojů tepla využívajících obnovitelné zdroje energie pro vytápění, chlazení a ohřev teplé vody.

3.2.1.2 Výroba elektřiny

Maximální výše dotace může činit 20 % ze způsobilých výdajů, maximálně však 50 mil. Kč. U instalace fotovoltaických systémů jsou podporovány pouze systémy integrované

do budovy (panely na střeše nebo na fasádě). Maximální dotace 50 mil. Kč v této oblasti se vztahuje na jeden projekt a zároveň na jednoho žadatele za celé sedmileté programové období.

- Výstavba a rekonstrukce větrných a malých vodních elektráren.
- Výstavba geotermálních elektráren a elektráren spalujících biomasu (pevnou, plynou nebo kapalnou).

3.2.1.3 Kombinovaná výroba elektrické energie a tepla

Maximální výše dotace může činit 40 % ze způsobilých výdajů, maximálně však 100 mil. Kč. Tento limit neplatí pro kombinované projekty spadající do podoblastí 3.1.3 a 3.1.1 a zaměřené na výstavbu či rekonstrukci centrálních kotelen, resp. centrálních zdrojů tepla využívajících OZE, včetně rozvodů, přípojek a předávacích stanic sloužících pro zásobování teplem sídelního celku či jeho části. Maximální dotace 100 mil. Kč v této oblasti se vztahuje na jeden projekt a zároveň na jednoho žadatele za celé sedmileté programové období.

- Instalace kogeneračních zařízení spalujících bioplyn, skládkový a kalový plyn, bioplynové stanice.
- Instalace kogeneračních zařízení využívajících pevnou biomasu.
- Kombinovaná výroba elektřiny a tepla z geotermální energie.

3.2.1.4 Realizace úspor energie

V rámci oblasti podpory nemohou být podporovány opatření realizované v bytových a rodinných domech. Opatření musí směřovat k postupnému dosažení nízkoenergetického nebo vyššího standardu pro energetickou náročnost budov. Při bodovém hodnocení mohou být započítány i úspory energie a emisí ze souvisejících energetických opatření, které jsou realizovány žadatelem z vlastních zdrojů

- Snižování spotřeby energie zlepšením tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budov. (zateplení obvodových plášťů, vodorovných a střešních konstrukcí, výměna či rekonstrukce otvorových výplní),

3.3 Zelená úsporám

Program Zelená úsporám je zaměřen na podporu instalací zdrojů na vytápění s využitím obnovitelných zdrojů energie, ale také investic do energetických úspor při rekonstrukcích i v novostavbách. V Programu je podporováno kvalitní zateplování rodinných domů a bytových domů, náhrada neekologického vytápění za nízkoemisní zdroje na biomasu a účinná tepelná čerpadla, instalace těchto zdrojů do nízkoenergetických novostaveb a také výstavba v pasivním energetickém standardu. Česká republika získala na tento Program finanční prostředky prodejem tzv. emisních kreditů Kjótského protokolu o snižování emisí skleníkových plynů. Podpora v rámci programu Zelená úsporám je nastavena tak, aby prostředky mohly být čerpány v průběhu celého období od vyhlášení programu do 31. prosince 2012. O dotaci bylo možné požádat jak před realizací opatření, tak po ní, nebylo však možné žádat o podporu opatření dokončených před vyhlášením Programu. Program Zelená úsporám a základní postupy poskytování podpory upravuje směrnice Ministerstva životního prostředí č. 9/2009. [29]

Cílem programu je:

- snížení emisí CO₂ o 1,1 mil. tun, tedy 1% všech českých emisí
- úsporu tepla na vytápění 6,3 PJ, tedy úsporu nákladů domácností na vytápění několik miliard korun ročně
- vytvoření nebo udržení 30 tisíc pracovních míst
- zlepšení podmínek bydlení pro 250 000 domácností, které dostanou podporu
- zvýšení výroby tepla z obnovitelných zdrojů o 3,7 PJ
- snížení znečištění prachovými částicemi o 2,2 mil. kg

3.3.1 Základní členění Programu

Program je členěn do tří základních oblastí podpory:

A. Úspora energie na vytápění

- A.1. Celkové zateplení
- A.2. Dílčí zateplení

B. Výstavba v pasivním energetickém standardu

C. Využití obnovitelných zdrojů energie pro vytápění a přípravu teplé vody

- C.1. Výměna neekologického vytápění za nízkoemisní zdroje na biomasu a účinná tepelná čerpadla
- C.2. Instalace nízkoemisních zdrojů na biomasu a účinných tepelných čerpadel do novostaveb
- C.3. Instalace solárně-termických kolektorů

D. Dotační bonus za vybrané kombinace opatření - některé kombinace opatření jsou zvýhodněny dotačním bonusem (pouze při současném podání žádosti a maximálně jednou pro daný objekt i při využití více z uvedených kombinací)

E. Dotace na přípravu a realizaci podporovaných opatření v rámci Programu

Oprávněnými žadateli o podporu jsou vlastníci a stavebníci rodinných a bytových domů, kteří dům využívají k bydlení nebo k poskytování bydlení třetím osobám, tedy:

- fyzické osoby podnikající i nepodnikající,
- společenství vlastníků bytových jednotek,
- bytová družstva,
- města a obce (včetně městských částí),
- podnikatelské subjekty,
- případně další právnické osoby.

Podle směrnice MŽP č. 7/2010 mohli požádat v programu Zelená úsporám i vlastníci budov veřejného sektoru (tj. např. škol, ústavů sociální péče, domovů důchodců apod.).

3.3.2 Výše podpory

Uvedené částky jsou maximální, podpora nesmí přesáhnout investiční náklady. Výši podpory na přípravu a realizaci podporovaných opatření naleznete vždy na konci výčtu podpory v jednotlivých oblastech. V oblasti C.1 programu Zelená úsporám podporuje výměnu stávajících neekologických zdrojů vytápění (kotle na uhlí a kapalná fosilní paliva, elektřina) za nízkoemisní zdroje na biomasu a účinná tepelná čerpadla. V oblasti C.2 podporuje program Zelená úsporám instalaci nízkoemisních zdrojů na biomasu

a účinných tepelných čerpadel do novostaveb. V rámci programu Zelená úsporám je možné žádat o podporu ve výši uvedené v tabulce 5 pro novostavby a v tabulce 6 pro bytové domy.

Tabulka 5. Výměna neekologického vytápění za nízkoemisní zdroj na biomasu a účinná tepelná čerpadla, instalace nízkoemisních zdrojů na biomasu a účinných tepelných čerpadel do novostaveb [29]

Podporované opatření	Výše podpory
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za nízkoemisní zdroj vytápění na biomasu se samočinnou dodávkou paliva C.2 - Instalace nízkoemisního zdroje vytápění na biomasu se samočinnou dodávkou paliva do novostaveb	95 000 Kč
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za nízkoemisní zdroj vytápění na biomasu s ruční dodávkou paliva a s akumulací nádrží (o min. požadovaném měrném objemu 50 l/kW topného výkonu zdroje tepla). C.2 - Instalace nízkoemisního zdroje vytápění na biomasu s ruční dodávkou paliva a s akumulací nádrží (o min. požadovaném měrném objemu 50 l/kW topného výkonu zdroje tepla) do novostaveb	80 000 Kč
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za nízkoemisní zdroj na biomasu s ruční dodávkou paliva bez akumulací nádrže	50 000 Kč
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo země - voda a voda - voda s invertorem nebo s akumulací nádrží (o min. požadovaném měrném objemu 20 l/kW tep. výkonu). C.2 - Instalace tepelného čerpadla země - voda a voda - voda s invertorem nebo s akumulací nádrží (o min. požadovaném měrném objemu 20 l/kW tep. výkonu).	85 000 Kč
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo země - voda a voda - voda bez invertoru C.2 - Instalace tepelného čerpadla země - voda a voda - voda bez invertoru do novostaveb C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo vzduch - voda s chladičem CO ₂ C.2 - Instalace tepelného čerpadla vzduch - voda s chladičem CO ₂	75 000 Kč
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo vzduch - voda s invertorem nebo s akumulací nádrží (o měrném objemu min. 20 l/kW tep. výkonu) C.2 - Instalace tepelného čerpadla vzduch - voda s invertorem nebo s akumulací nádrží (o měrném objemu min. 20 l/kW tep. výkonu)	55 000 Kč
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo vzduch - voda bez invertoru	50 000 Kč

C.2 - Instalace tepelného čerpadla vzduch - voda bez invertoru do novostaveb	
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo vzduch - vzduch s invertorem C.2 - Instalace tepelného čerpadla vzduch - vzduch s invertorem	45 000 Kč

Tabulka 6. Výměna neekologického vytápění za nízkoemisní zdroj na biomasu a účinná tepelná čerpadla, instalace nízkoemisních zdrojů na biomasu a účinných tepelných čerpadel do bytových domů [29]

Podporované opatření	Výše podpory
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za nízkoemisní zdroj vytápění na biomasu C.2 - Instalace nízkoemisního zdroje vytápění na biomasu do novostaveb	25 000 Kč/byt
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo země - voda a voda - voda s invertorem nebo s akumulací nádrží (o měrném objemu min. 20 l/kW tep. výkonu) C.2 - Instalace tepelného čerpadla země - voda a voda - voda s invertorem nebo s akumulací nádrží (o měrném objemu min. 20 l/kW tep. výkonu)	24 000 Kč/byt
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo země - voda a voda - voda bez invertoru C.2 - Instalace tepelného čerpadla země - voda a voda - voda bez invertoru do novostaveb	20 000 Kč/byt
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo vzduch - voda s chladičem CO ₂ C.2 - Instalace tepelného čerpadla vzduch - voda s chladičem CO ₂	23 000 Kč/byt
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo vzduch - voda s invertorem nebo s akumulací nádrží (o měrném objemu min. 20 l/kW tep. výkonu) C.2 - Instalace tepelného čerpadla vzduch - voda s invertorem nebo s akumulací nádrží (o měrném objemu min. 20 l/kW tep. výkonu)	17 000 Kč/byt
C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo vzduch - voda bez invertoru C.2 - Instalace tepelného čerpadla vzduch - voda bez invertoru do novostaveb C.1 - Výměna neekologického zdroje vytápění za tepelné čerpadlo vzduch - vzduch s invertorem C.2 - Instalace tepelného čerpadla vzduch - vzduch s invertorem	15 000 Kč/byt

3.4 Zelený bonus

Obnovitelné zdroje energie, jako jsou fotovoltaické nebo větrné elektrárny, jsou podporovány formou nejrozličnějších dotačních programů. Jednou z možností podpory obnovitelných zdrojů energie, jsou také tzv. zelené bonusy. Výši zelených bonusů stanovuje každoročně Energetický regulační úřad, který při tom vychází ze zákona č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Kromě zeleného bonusu si investoři mohou zvolit také výkup elektřiny za garantované výkupní ceny. V případě, že se investor rozhodne spotřebovávat elektřinu vyrobenou z obnovitelného zdroje (větrné, solární elektrárny, biomasa apod.) sám, inkasuje od ČEZu, E. Onu nebo PRE tzv. zelený bonus. Stejně tak jako státní výkup může být i zelený bonus snížen maximálně o 5 % ročně. Zelený bonus není inkasován pouze za elektřinu vyrobenou ve fotovoltaických elektrárnách, ale získávají ho také majitelé malých vodních elektráren, zdrojů vyrábějících energii z biomasy nebo větrných elektráren. [30]

Legislativně je zakotveno ve vyhlášce Energetického regulačního úřadu (ERÚ) č. 140/2009 Sb., o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen, v platném znění. Výkupní ceny a zelené bonusy jsou uplatňovány po celou předpokládanou dobu životnosti výroben elektřiny:

- malé vodní elektrárny 30 let,
- spalování čisté biomasy 20 let,
- bioplynové stanice 20 let,
- větrné elektrárny 20 let,
- fotovoltaické systémy 20 let.

Po tuto dobu životnosti výroby elektřiny, se výkupní ceny meziročně zvyšují s ohledem na index cen průmyslových výrobců minimálně o 2 % a maximálně o 4 %, s výjimkou výroben spalující biomasu a bioplyn. U biomasy a bioplynu jsou zásadní palivové náklady, které ERÚ meziročně zohledňuje. [30]

Podle vyhlášky MŽP č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy, v platném znění, se biomasa dělí na základě parametrů uvedených v § 4 této vyhlášky do 3 kategorií:

- kategorie 1, která zahrnuje zejména byliny nebo dřeviny cíleně pěstované pro energetické využití a biopaliva z nich vyrobená,
- kategorie 2, která zahrnuje zejména biomasu včetně zbytkové biomasy, kterou nelze materiálově využít,

- kategorie 3, která zahrnuje zejména materiálově využitelnou biomasu a biopaliva z ní vyrobená.

Kategorie 1, kategorie 2 a kategorie 3 se dále rozlišují podle způsobu využití biomasy na spoluspalování označované S1, S2 a S3, paralelní spalování označované P1, P2 a P3 a spalování a zplynování čisté biomasy označované O1, O2 a O3.

Předpokládaná cena biomasy pro rok 2011 je ve stejných hodnotách jako v roce 2010:

- kategorie 1 – 175 Kč/GJ,
- kategorie 2 – 120 Kč/GJ,
- kategorie 3 – 70 Kč/GJ.

V následující tabulce jsou uvedeny výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy. [31] viz. příloha č.1

4 Modelový příklad a diskuse

Cena paliv je rok od roku vyšší a s rostoucí cenou roste i zájem obyvatelstva o druh vytápění a s tím spojené benefity. Jako modelový příklad je vybrán rodinný dům se čtyřmi obyvateli. Celková potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je patrná z obrázku 16.

Lokalita (Tabulka)		<input type="radio"/> $t_{em} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$???	
Město	Most (Ervěnice)	Délka topného období	$d = 233$ [dny]
Venkovní výpočtová teplota $t_e =$	$-12\text{ }^{\circ}\text{C}$	Prům. teplota během otopného období $t_{es} =$	$4.1\text{ }^{\circ}\text{C}$
<input checked="" type="checkbox"/> Vytápění		<input checked="" type="checkbox"/> Ohřev teplé vody	
Tepelná ztráta objektu	$Q_C = 12.5\text{ kW}$	$t_1 = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$???	$\rho = 1000\text{ kg/m}^3$???
Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} =$	$19\text{ }^{\circ}\text{C}$???	$t_2 = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$???	$c = 4186\text{ J/kgK}$???
Vytápěcí denostupně	$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3472\text{ K.dny}$	$V_{2p} = 0.328\text{ m}^3/\text{den}$???	Koeficient energetických ztrát systému $z = 0.5$???
Opravné součinitele a účinnosti systému		Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody	
$e_i = 0.85$???	$\eta_o = 0.95$???	$Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7\text{ kWh}$	
$e_t = 0.90$???	$\eta_r = 0.95$???	Teplota studené vody v létě	$t_{svl} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$
$e_d = 1.00$???		Teplota studené vody v zimě	$t_{svz} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Opravný součinitel ε ???		Počet pracovních dní soustavy v roce $N =$	365 [dny]
<input checked="" type="radio"/> $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$ <input type="radio"/> $\varepsilon = 0.765$		$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0.8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$	
$Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_C \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{VYT,r} = \left(\begin{matrix} 102.5\text{ GJ/rok} \\ 28.5\text{ MWh/rok} \end{matrix} \right)$ Náklady		$Q_{TUV,r} = \left(\begin{matrix} 29.4\text{ GJ/rok} \\ 8.2\text{ MWh/rok} \end{matrix} \right)$ Náklady	
Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody $Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left(\begin{matrix} 131.9\text{ GJ/rok} \\ 36.7\text{ MWh/rok} \end{matrix} \right)$ Náklady			

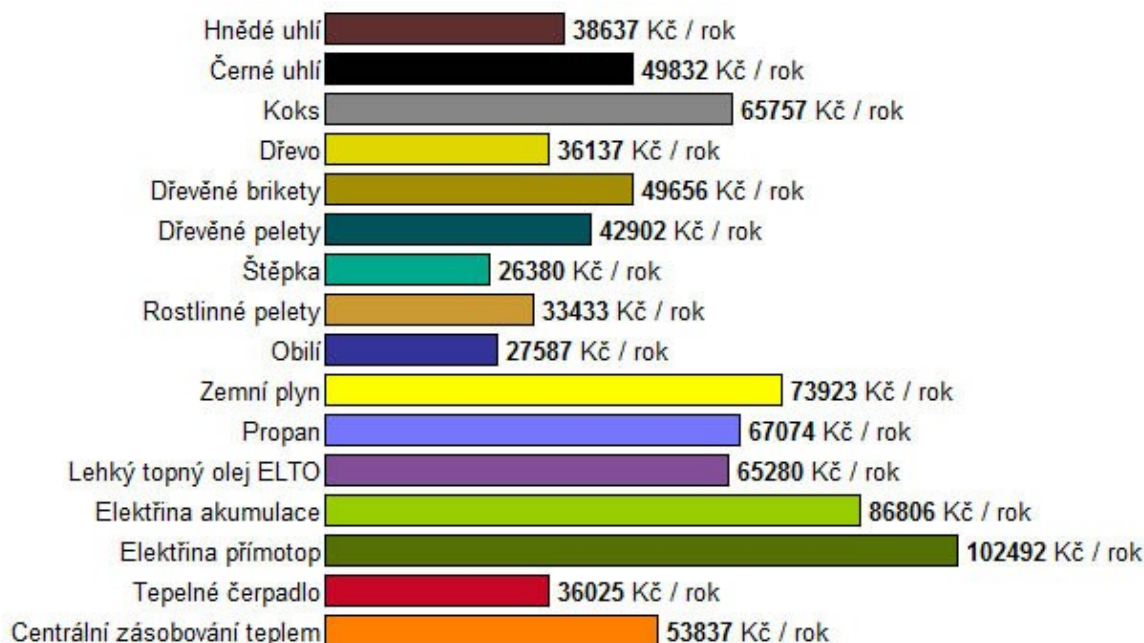
Obrázek 16. Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody [34]

Z výpočtu je patrné, že roční potřeba tepla je cca 132 GJ/rok. Na následujícím obrázku jsou znázorněny náklady na topení, při roční potřebě tepla 132 GJ/rok. Ceny paliv jsou platné k 1.1.2012.

Náklady na vytápění Výpočtová spotřeba tepla = 131,9 GJ					
Druh paliva (Výhřevnost) (Volba tarifu)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (Průměrná účinnost v %) <input type="checkbox"/> zadat vlastní účinnost	Cena tepla <input type="radio"/> Kč/GJ <input checked="" type="radio"/> Kč/kWh	Spotřeba paliva / rok	Náklady na vytápění Kč / rok
Hnědé uhlí (18 MJ/kg) <small>cený a dodavatelé</small>	2,90 /kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,05	13323 kg	38637,-
Černé uhlí (23,1 MJ/kg) <small>cený a dodavatelé</small>	4,80 /kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,36	10382 kg	49832,-
Koks (27,5 MJ/kg)	8,50 /kg	Klasický kotel na koks (62%)	1,79	7736 kg	65757,-
Dřevo (14,6 MJ/kg)	3,00 /kg	Kotel na zplynování dřeva (75%)	0,99	12046 kg	36137,-
Dřevěné brikety (17,0 MJ/kg)	4,80 /kg	Kotel na zplynování dřeva (75%)	1,36	10345 kg	49656,-
Dřevěné pelety (17,0 MJ/kg) <small>cený</small>	4,70 /kg	Kotel na dřevěné pelety (85%)	1,17	9128 kg	42902,-
Štěpka (12,5 MJ/kg)	2,00 /kg	Kotel na štěpku (80%)	0,72	13190 kg	26380,-
Rostlinné pelety (16 MJ/kg)	3,65 /kg	Kotel na rostlinné pelety (90%)	0,91	9160 kg	33433,-
Obilí (18 MJ/kg)	3,20 /kg	Automatický kotel (85%)	0,75	8621 kg	27587,-
Zemní plyn (spalné teplo 37,82 MJ/m ³) <small>cený</small> Dodavatel: RWE Energie, a.s. Spotřeba plynu: 20000 - 25000 kWh /rok	1,5399 /kWh vztahena ke spalnému teple ??? 16,18 Kč/m ³ + 292,56 Kč/měsíc	Kotel běžný (89%) účinnost je vztahena k výhřevnosti ZP ???	2,02	45705 kWh 4352 m ³	73923,-
Propan (46,4 MJ/kg) <small>cený a dodavatelé</small>	21 /kg	Kotel běžný (89%)	1,83	3194 kg	67074,-
Lehký topný olej ELTO (42 MJ/kg) <small>cený</small>	18,5 /kg	Kotel na lehký topný olej (89%)	1,78	3529 kg	65280,-
Elektřina akumulace <small>cený a tarify ???</small> D26d jistič nad 3x25 A do 3x32 A	417,6 Kč/měsíc + NT: 2,07619 /kWh	S akumulační nádrží (93%)	2,37	39397 kWh	86806,-
Elektřina přímotop <small>cený a tarify ???</small> D45d jistič nad 3x20 A do 3x25 A	420 Kč/měsíc + NT: 2,60659 /kWh	Přímotopné panely (98%)	2,8	37387 kWh	102492,-
Tepelné čerpadlo <small>cený a tarify ???</small> D56d jistič nad 3x16 A do 3x20 A	348 Kč/měsíc + NT: 2,60779 /kWh	Průměrný roční topný faktor: 3	0,98	12213 kWh	36025,-
Centrální zásobování teplem <small>cený</small>	400 /GJ ???	účinnost (98%)	1,47	135 GJ	53837,-

Obrázek 17. Náklady na topení [35]

Z obrázku je patrné, že pro vypočtenou potřebu tepla je zapotřebí přibližně 13 tun hnědého uhlí při výhřevnosti 18 MJ/kg. Celkové shrnutí nákladů je na obrázku 20. Z obrázku je patrné, že nejvyšší náklady jsou při topení elektrickým přímotopem, nejnižší náklady jsou při topení štěpkou a obilím. Topení biomasou vychází z celkového porovnání cen velmi dobře, navíc roste prodej kotlů na biomasu, jak je patrné z obrázku 21 a tento trend bude rostoucí i v následujících letech. Je to dáno hlavně dotačním programem ČR a připravovanou legislativou, kdy se bude zohledňovat způsob vytápění, tzv. uhlíková daň. Pokud by byla tato legislativa schválena, začala by platit v roce 2013.



Obrázek 18. Shrnutí nákladů na topení [35]

Vývoj prodejů kotlů na biomasu v ČR

Druh kotle / rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010
zplynovací kotle na dřevo a brikety z biomasy	4 523	6 375	6 677	7 499	4 198	4 351
automatické kotle na pelety a sypká ekopaliva	408	652	809	1 132	2 536	3 580
krbová kamna a krbové vložky	16 641	14 953	14 121	20 103	20 089	21 181
Celkem	21 572	21 980	21 607	28 734	26 823	29 112

Vývoj prodejů kotlů do domácností v ČR

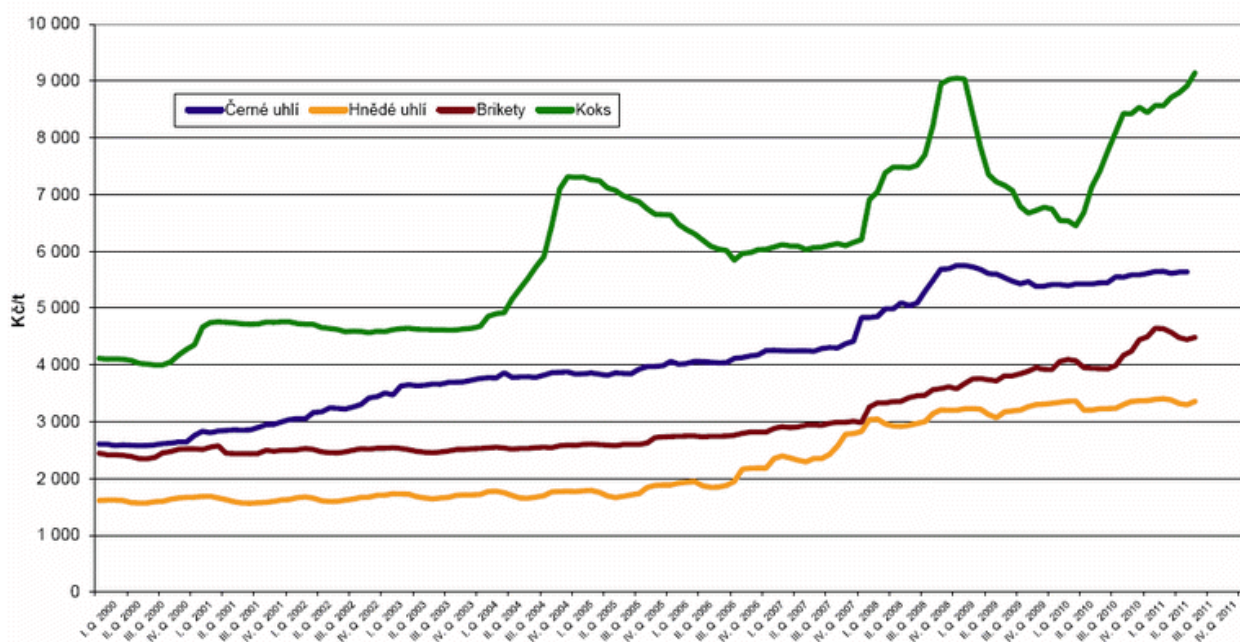
Druh kotle / rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010
kotle na uhlí	34 968	42 524	32 506	33 502	33 587	31 531
kotle na biomasu	21 572	21 980	21 607	28 734	26 823	29 112
kotle na plyn a topný olej	45 727	41 908	39 083	32 488	29 204	31 748
elektrokotle	10 207	11 896	12 939	13 973	13 554	11 218
Celkem	112 474	118 308	106 135	108 697	103 168	103 609

Obrázek 19. Vývoj prodeje kotlů [36]

Nevýhodou při spalování biomasy je vyšší pořizovací cena kotle. Ovšem i zde je možné najít dotační program ČR, konkrétně Zelená úsporám, který zajišťuje dotaci až 50 –

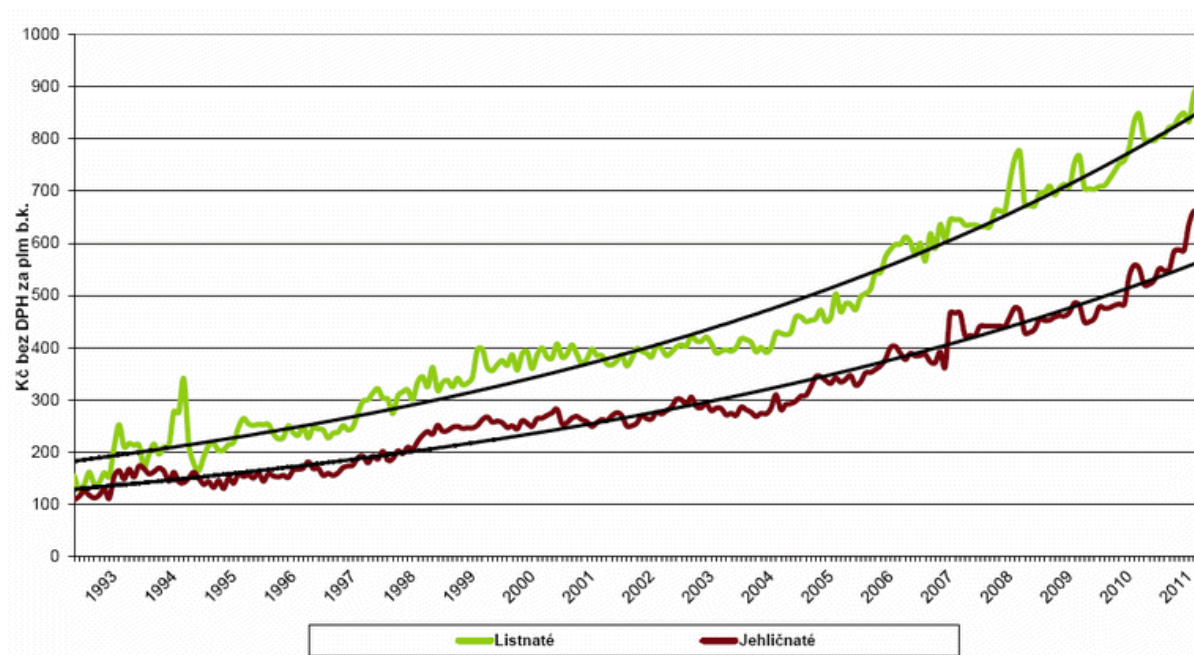
95 tis. Kč na výměnu starého neekologického kotle za nový kotel. Pokud žadatel podpory vymění stávající kotel na tuhá paliva za nový kotel na biomasu, získá podporu 50 tis. Kč, pro kotle s ruční dodávkou paliva bez akumulární nádrže. 80 tis. Kč získá žadatel, pokud vymění starý kotel na fosilní paliva za nový kotel na biomasu, který má ruční dodávku paliva a má akumulární nádrž. Nejvyšší podporu, tj. 110 tis. Kč získá žadatel při výměně kotle na biomasu, který je vybaven samočinnou dodávkou paliva. Navíc žadatel dostane navíc 10 tis. za energetické hodnocení a dalších 5 tis. za projektovou dokumentaci a kontrolu správnosti.

Na následujících obrázcích je zachycen vývoj cen pro jednotlivé druhy paliv. Obrázek 22 znázorňuje vývoj cen fosilních paliv od roku 2000 do roku 2011. Je patrné, že trend je rostoucí a ceny hnědého uhlí porostou dále, navíc pokud budou zatíženy uhlíkovou daní, jejich cena bude daleko vyšší.



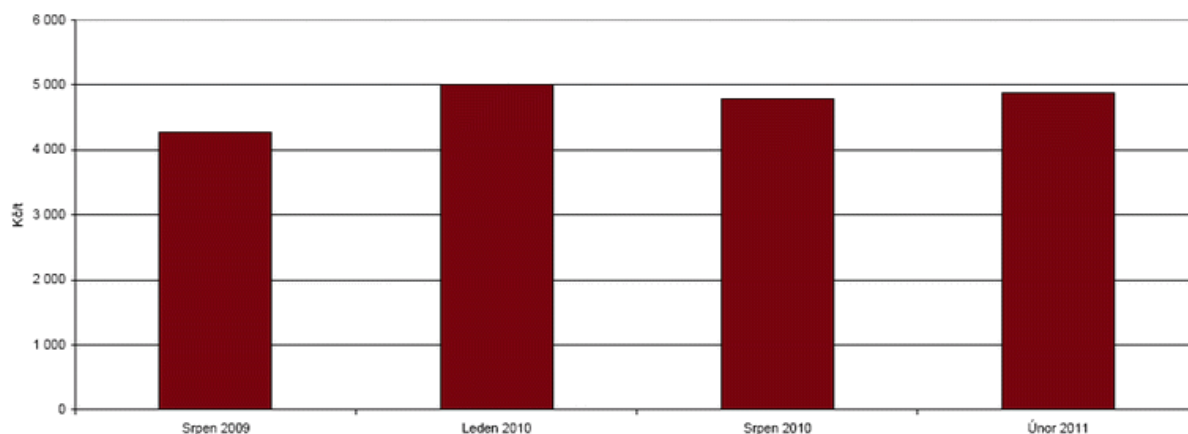
Obrázek 20. Vývoj cen fosilních paliv [37]

Obrázek 23 znázorňuje vývoj cen palivového dříví. Je zde vykreslen trend cen od roku 1993 do roku 2011 a je patrné, že ceny palivového dřeva jsou v poslední době výrazně vyšší. Je to dáno především velkou poptávkou po palivovém dříví spojenou s propagací spalování biomasy. Ceny pro listnaté dřeviny se od roku 1993 zvedly z původních 150 korun za plnometr bez kůry na 902 korun. O něco menší nárůst cen je u jehličnatých dřevin, kdy současné ceny se pohybují okolo 654 korun za plnometr bez kůry. Poptávka po dřevu bude růst a tím pádem poroste i cena.



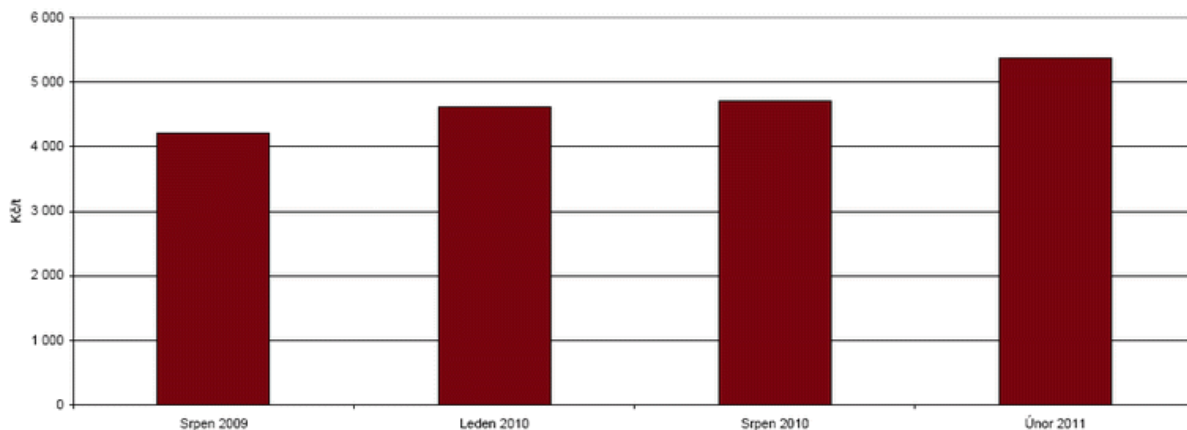
Obrázek 21. Vývoj cen palivového dříví [37]

Dalšími produkty, které jsou poslední dobou hojně spalovány, jsou dřevěné brikety a dřevěné pelety. Na obrázcích 24 a 25 je znázorněn vývoj cen těchto produktů. Jedná se o kvalitní palivo, jejich výhřevnost je okolo 17 MJ/tunu, což je srovnatelné s fosilními palivy, hlavní výhodou je jejich popelnatost, která je okolo 1 %. Vývoj cen dřevěných briket se v posledních letech pohybuje v rozmezí 4000 – 5000 Kč za tunu. Vývoj cen dřevěných pelet má rostoucí trend, který je dán vyšší poptávkou po tomto palivu.



Obrázek 22. Průměrné ceny dřevěných briket [38]

Jak je patrné z obrázku 25, cena za tunu dřevěných pelet překročila hranici 5000 korun za tunu a lze předpokládat, že bude nadále růst. Tento růst je dán vyšší poptávkou po tomto typu paliva.



Obrázek 23. Průměrné ceny dřevěných pelet [38]

Dotazník

Vážený respondent,

jmenuji se Bc. Angela Schillerová a zpracovávám diplomovou práci na VŠB. Má diplomová práce se zabývá Analýzou využití dotačních programů a využití biomasy jako palivo při vytápění rodinného domu.

Veškeré informace, které mi poskytnete, jsou zcela anonymní a budou použity pouze pro studijní účely mé diplomové práce.

Děkuji Vám za spolupráci.

Vysvětlivky:

V úvodu, zaškrtněte, zda jste z města či vesnice. Následující otázky taktéž zaškrtněte, vždy jen jednu verzi z nabízených možností. V každé otázce máte na výběr ze dvou či více odpovědí.

Děkuji za spolupráci Bc. Schillerová Angela

1. Pocházíte z města/ vesnice?

- a) Město
- b) Vesnice

2. V jakém typu rodinného domu bydlíte?
 - a) Stará zástavba
 - b) Novostavba

3. Čím vytápíte Vás rodinný dům?
 - a) Kotel na tuhá paliva
 - b) Krbová kamna
 - c) Plynový kotel, elektrokotel

4. Jaké palivo používáte na topení?
 - a) Uhlí
 - b) Dřevěné brikety
 - c) Štěpky
 - d) Zemní plyn/elektrina

5. Uvažujete o výměře zdroje tepla?
 - a) Ano
 - b) Ne

6. Uvažujete o zateplování vašeho rodinného domu?
 - a) Ano, uvažuji
 - b) Ano, mám zájem o informace
 - c) Ne, nebudu zateplovat rodinný dům

7. Jaké jsou Vaše důvody používání paliva v otázce 4?
 - a) Jsou dostupné
 - b) Nízká cena
 - c) Pohodlný způsob vytápění

8. Uvažujete o výměně kotle, třeba i na jiné druhy paliva?
 - a) Ano
 - b) Ne

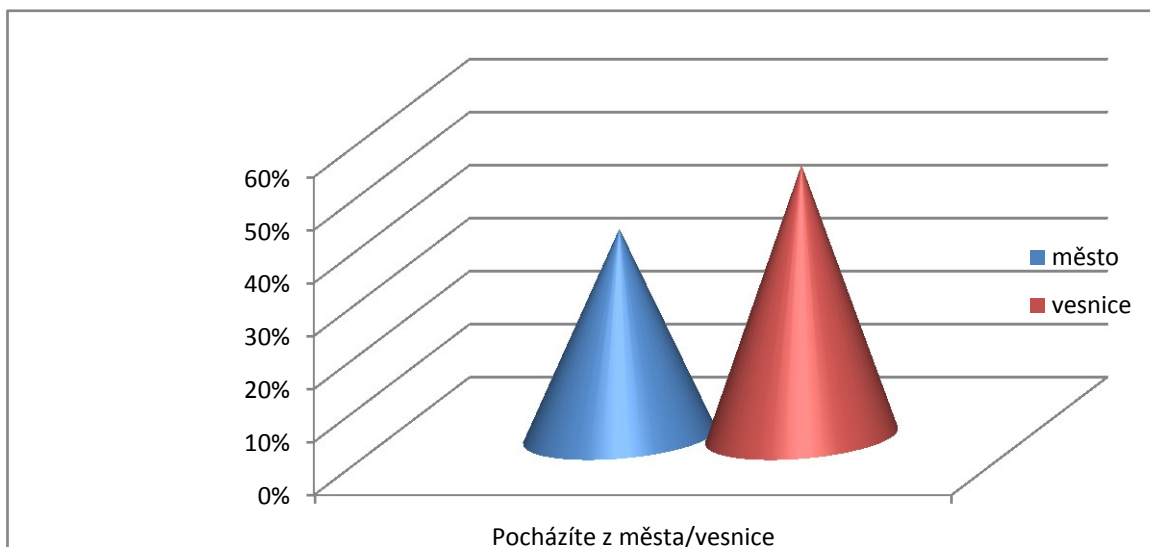
9. Máte zájem o zajištění dodávek dříví (pelety, brikety, polena) za strany obce?
 - a) Ano
 - b) Ne

10. Myslíte si, že fosilní paliva jsou šetrné k životnímu prostředí?
 - a) Ano
 - b) Ne

Dotazníkové šetření

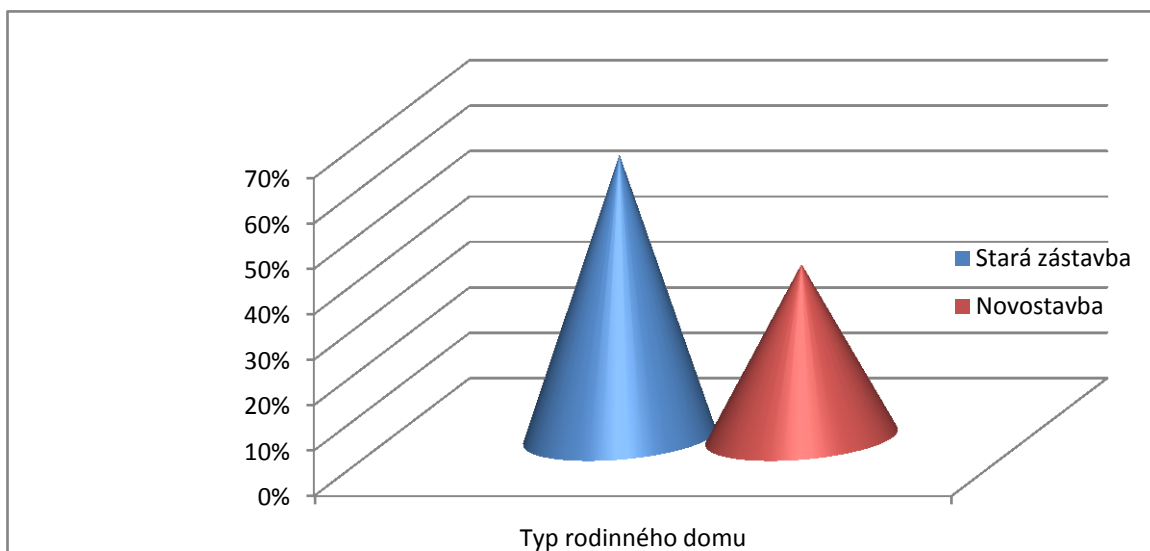
Analýzou dotazníkového šetření jsem došla k závěru, že většina respondentů, které jsem oslovila, bydleli na venkově ve staré zástavbě. Svůj rodinný dům vytápí kotlem na tuhá paliva a jako palivo používají uhlí a to z důvodu jeho dostupnosti. Přesto že neuvažují o výměře tepla ve svém rodinném domě tak by chtěli v budoucnu své domy nechat zateplit a zároveň i vyměnit své kotle za nové, třeba i na jiné druhy paliva než nyní používají. V případě, že by jim obec chtěla zajistit dodávku dřeva, dřevěných briket tak nemají zájem. Ale dobré je, že většina respondentů si myslí, že topení fosilním palivem není šetrné k životnímu prostředí.

Graf č. 1 Pocházíte z města/vesnice?



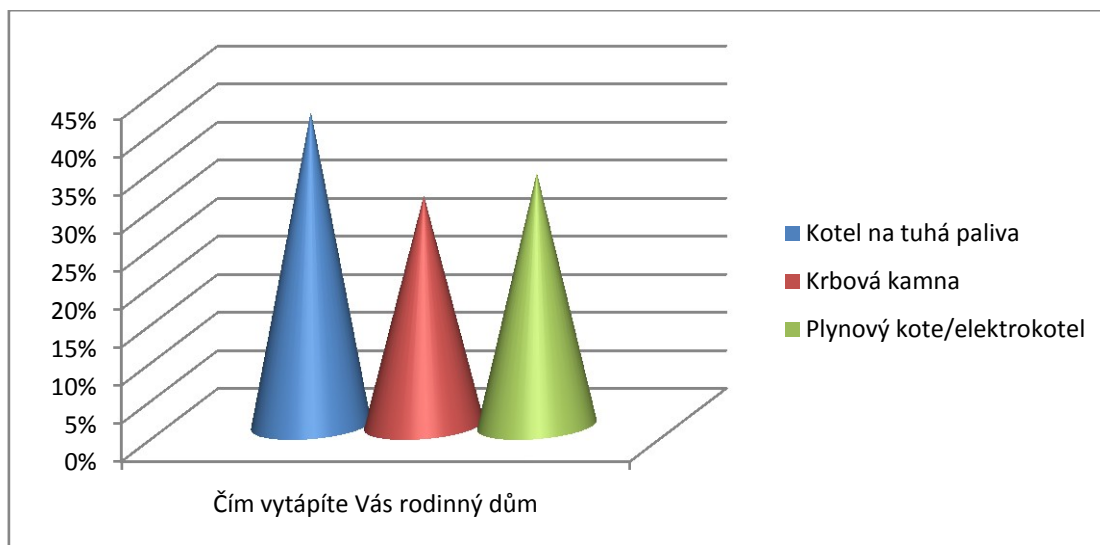
Komentář: Většina respondentů, které jsem oslovila, bydlí v rodinném domě na vesnici.

Graf č. 2 V jakém typu rodinného domu bydlíte?



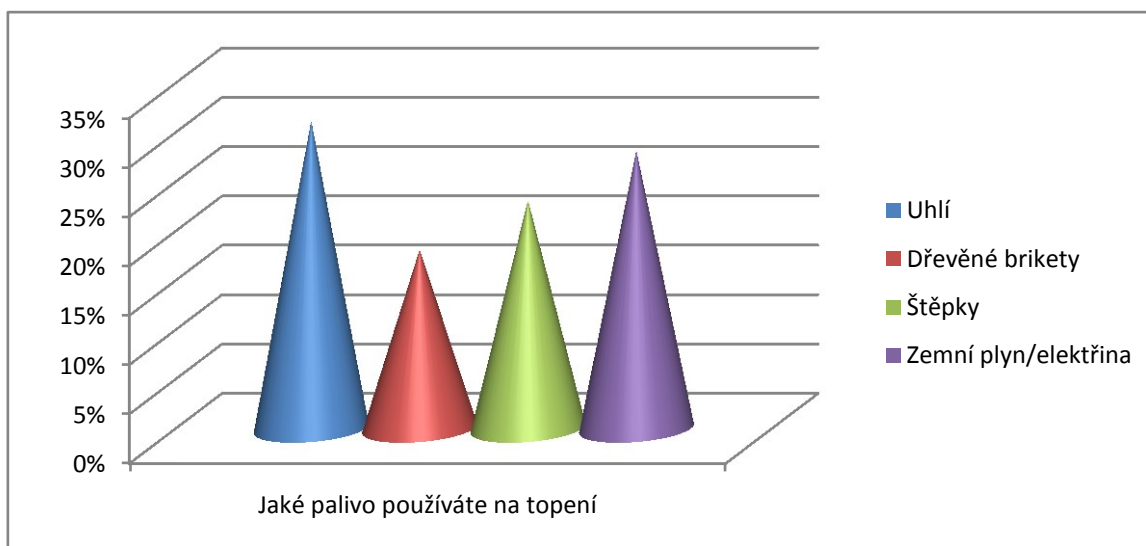
Komentář: Většina respondentů, které jsem oslovila, bydlí ve staré zástavbě.

Graf č. 3 Čím vytápíte Váš rodinný dům?



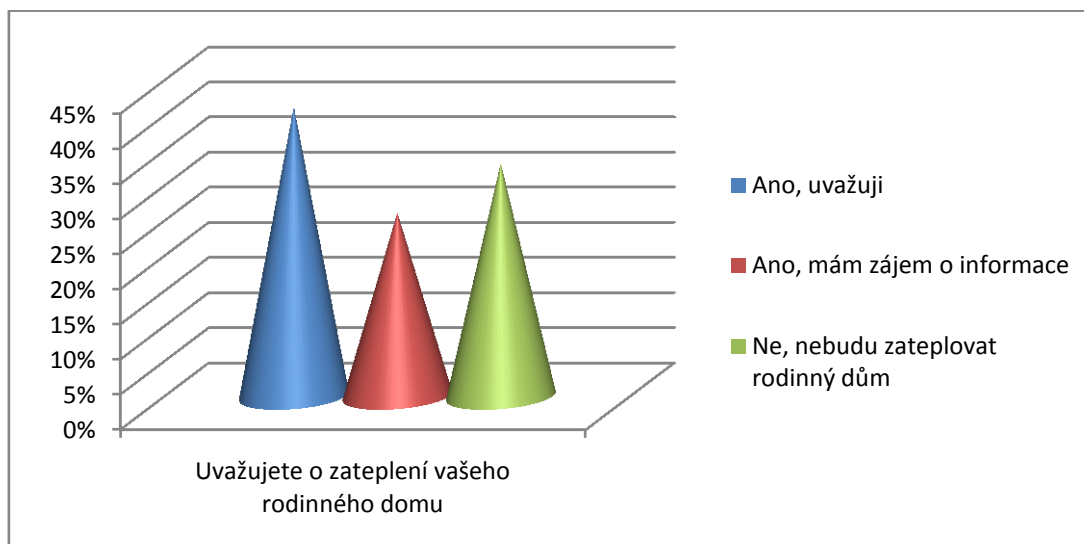
Komentář: Nejvíce respondentů, které jsem oslovila, využívá na vytápění rodinného domu kotel na tuhá paliva, plynový kotel a elektrokotel a nejméně jich využívá pro vytápění rodinného domu krbová kamna.

Graf č. 4 Jaké palivo používáte na topení?



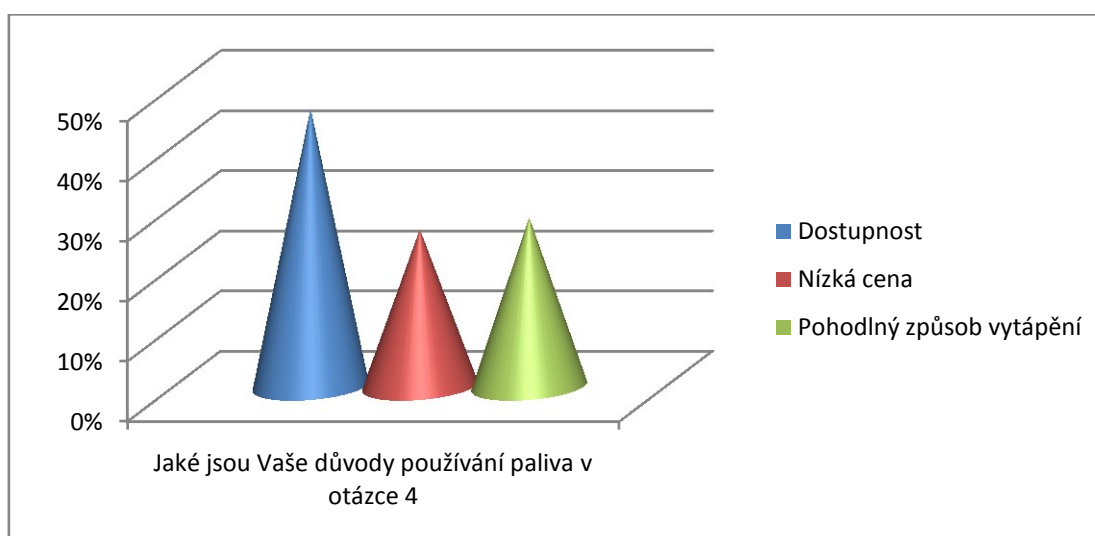
Komentář: Někteří respondenti, které jsem oslovila, z větší části používají k vytápění uhlí hned zatím využívají buď zemní plyn, nebo elektřinu až potom dřevěné brikety a štěpky.

Graf č. 5 Uvažujete o zateplení vašeho rodinného domu?



Komentář: Většina mých respondentů, které jsem oslovila, by chtěla v budoucnu zateplit rodinný dům. Někteří se zajímali pouze o informace a někteří neměli o zateplení domu zájem ani v budoucnu.

Graf č. 6 Jaké jsou Vaše důvody používání paliva v otázce 4?



Komentář: Nejvíce mým respondentům vyhovuje dostupnost paliva, které využívají k vytápění rodinného domu, pak se řídí pohodlným způsobem vytápění a v poslední řadě řeší cenu za palivo.

5 Závěr

Obnovitelné zdroje energie rok od roku zvyšují podíl na celkové produkci energie. Je to dáno snižujícími se náklady na pořízení technologie využívající OZE a hlavně podporou státu, který se snaží dotačními tituly snížit podíl vyráběné energie za pomoci fosilních paliv. Dotační program Zelená úsporám vede nejen ke snižování energetických ztrát, ale zároveň podporuje snižování emisí do ovzduší výměnou starého kotle na fosilní paliva za nový, na biomasu. Právě biomasa je na vzestupu, co se týče využívání v domácnostech, kdy v roce minulém bylo využito téměř 6 milionů tun biomasy k energetickému využití.

Cílem diplomové práce bylo jednak popsat jednotlivé druhy obnovitelných zdrojů energie, kde hlavní důraz byl kladen na využití biomasy. Byly představeny energetické rostliny, dřevní a agrobiomasa, dále byly popsány spalovací zařízení na biomasu. V další části byl popsán dotační systém v ČR, který slouží k podpoře jednotlivců a podniků k využívání obnovitelných zdrojů a hlavně ke snižování energetické náročnosti budov. Na příkladu vytápění rodinného domu bylo ukázáno, kolik stojí jednotlivé druhy paliv pro vytápění a ohřev teplé vody. Jako nejhorší vyšlo vytápění elektrickým přímotopem, kdy náklady se vyšplhaly nad 100 tis. korun za rok. Nejnižší náklady na vytápění představuje biomasa, která byla zastoupena jednak obilím, dále štěpkou, dřevem, náklady byly nižší než při vytápění hnědým nebo černým uhlím.

Trend využívání biomasy bude rostoucí. Nevýhodou ovšem bude rostoucí cena biomasy. Je to dáno hlavně tím, že je ji nedostatek, který je způsoben velkým odbytem pro elektrárny s nízkou účinností, které spalují biomasu společně s uhlím, pak se nedostává biomasa pro malé zdroje a domácnosti. S tímto nedostatkem je spojen nárůst ceny za energie.

6 Literatura

1. LEDERER, J. Energetické využití obnovitelných a alternativních zdrojů z hlediska celkových emisí. Biom.cz [online]. [cit. 2012-01-11]. Dostupný na WWW: <[http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-vyuziti-obnovitelnych-a-alternativnich-zdroju-z-hlediska-celkovych-emisi?sel_ids=1&ids\[xc11047d011c97d1df1b409c758713898\]=1](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-vyuziti-obnovitelnych-a-alternativnich-zdroju-z-hlediska-celkovych-emisi?sel_ids=1&ids[xc11047d011c97d1df1b409c758713898]=1)>. ISSN: 1801-2655.
2. WEGER, J. Biomasa jako zdroj energie. Biom.cz [cit. 2012-01-12]. Dostupný na WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-jako-zdroj-energie>>. ISSN: 1801-2655.
3. *Obnovitelné zdroje energie*. [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupný na WWW: <<http://www.alternativni-zdroje.cz/>>.
4. *Vodní elektrárny v ČR*. [online]. [cit. 2012-01-07]. Dostupný na WWW: <<http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz/vodni-elektrarny-cr.htm/>>.
5. *Geotermální energie*. 2008 [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupný na WWW: <<http://zdrojeenergie.blogspot.com/2008/10/geotermalni-energie.html>>.
6. *Geotermální energie*. 2011 [online]. [cit. 2012-02-17]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Geoterm%C3%A1ln%C3%AD_energie>.
7. *Využívání geotermální energie je na vzestupu*. 2011 [online]. [cit. 2012-01-19]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Geoterm%C3%A1ln%C3%AD_energie>.
8. *Výroba energie z biomasy*. [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupný na WWW: <<http://www.alternativni-zdroje.cz/>>.
9. *Energetické byliny*. [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Energetick%C3%A9_byliny>.
10. *Triticale* [online]. [cit. 2012-01-19]. Dostupný na WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Triticale>>.
11. *Konopí seté* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Konop%C3%AD_set%C3%A9>.
12. *Sléz krmný* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupný na WWW: <<http://www.vupt.cz/slez-krmny>>.

13. *Echinopos schaerocephalus* - bělotrn kulatohlavý [online]. [cit. 2012-01-08]. Dostupný na WWW: <<http://botanika.wendys.cz/kytky/K384.php>>.
14. *Ozdobnice čínská* [online]. [cit. 2012-01-09]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ozdobnice_%C4%8D%C3%ADnsk%C3%A1>.
15. *Topinambur hlíznatý (Helianthus tuberosus)* [online]. [cit. 2012-01-09]. Dostupný na WWW: <<http://ovoce-zelenina.atlasrostlin.cz/topinambur-hliznaty>>.
16. *Komonice bílá* [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupný na WWW: <<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id40009/>>.
17. PETŘÍKOVÁ, V. Biomasa z energetických rostlin. Biom.cz [online]. 2006-04-19 [cit. 2012-01-21]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-z-energetickych-rostlin>>. ISSN: 1801-2655.
18. *Sveřep bezbranný* [online]. [cit. 2012-01-19]. Dostupný na WWW: <<http://www.agrostis.cz/?pg=atlas-trav-40>>.
19. *Chrastice (rod rostlin)* [online]. [cit. 2012-01-18]. Dostupný na WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Chrastice_\(rod_rostlin\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Chrastice_(rod_rostlin))>.
20. *Biomasa - spalování* [online]. [cit. 2012-01-18]. Dostupný na WWW: <http://www.fsid.cvut.cz/~matustom/P9-biomasa_spalovani.pdf>.
21. *Větrná energie* [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/V%C4%Btrn%C3%A1_energie>.
22. *Free download of Solar Radiation Maps: Global Horizontal Irradiation (GHI)* [online]. [cit. 2012-01-19]. Dostupný na WWW: <<http://solargis.info/doc/index.php?select=71>>.
23. *Tepelná čerpadla* [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupný na WWW: <<http://www.enza.cz/tepelna-cerpadla.htm>>.
24. *Přílívová elektrárna* [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99%C3%ADlivov%C3%A1_elektr%C3%A1rna>.
25. *Stručně o OP Životní prostředí* [online]. [cit. 2012-01-11]. Dostupný na WWW: <<http://www.opzp.cz/sekce/16/strucne-o-op-zivotni-prostredi/>>.
26. *Energetická biomasa je součástí trhu* [online]. [cit. 2012-01-14] 26.8.2011. Dostupný na WWW: <http://www.agroweb.cz/Energeticka-biomasa-je-soucasti-trhu__s1611x57310.html>.

27. *Prioritní osa 2* [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupný na WWW: <<http://www.opzp.cz/sekce/368/prioritni-osa-2/>>.
28. *Prioritní osa 3* [online]. [cit. 2012-01-14]. Dostupný na WWW: <<http://www.opzp.cz/sekce/369/prioritni-osa-3/>>.
29. *Popis programu* [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupný na WWW: <<http://www.zelenausporam.cz/sekce/470/popis-programu/>>.
30. *Zelený bonus* [online]. [cit. 2012-01-11]. Dostupný na WWW: <<http://www.nazeleno.cz/zeleny-bonus.dic>>.
31. *Energetický regulační věstník*. Energetický regulační úřad. Částka 8/2011. Praha: Energetický regulační úřad, 2011.
32. *Podpora výroby elektřiny z biomasy a bioplynu (z pohledu ERÚ)*. [online]. [cit. 2012-01-17]. Dostupný na WWW: <http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/S3_06.pdf>.
33. *Harmonogram výzev* [online]. [cit. 2012-01-22] Dostupný na WWW: <<http://www.opzp.cz/sekce/369/prioritni-osa-3/>>.
34. *Potřeba tepla na vytápění a ohřev vody* [online]. [cit. 2012-01-22] Dostupný na WWW: <<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>>.
35. *Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva* [online]. [cit. 2012-01-22] Dostupný na WWW: <<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>>.
36. *Prodej kotlů na biomasu*. [online]. [cit. 2012-01-14] Dostupný na WWW: <<http://energie.tzb-info.cz/108601-prodej-kotlu-na-biomasu>>.
37. *Ceny pevných paliv pro domácnosti – 1. část* [online]. [cit. 2012-01-19] Dostupný na WWW: <<http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/8099-ceny-pevnych-paliv-pro-domacnosti-1-cast>>.
38. *Ceny pevných paliv pro domácnosti – 2. část* [online]. [cit. 2012-01-19] Dostupný na WWW: <<http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/8099-ceny-pevnych-paliv-pro-domacnosti-2-cast>>.
39. *Dřevní biomasa* [online]. [cit. 2012-01-27] Dostupný na WWW: <<http://www.drevosrot.cz/stranka-drevni-biomasa-27>>.
40. *Agro biomasa* [online]. [cit. 2012-01-27] Dostupný na WWW: <<http://www.drevosrot.cz/stranka-agro-biomasa-28>>.

7 Seznam obrázků

Obrázek 1. Vývoj výroby elektřiny z OZE v ČR [32]	12
Obrázek 2. Mapa využitelnosti geotermální energie [7]	18
Obrázek 3. Jednoleté energetické rostliny	23
Obrázek 4. Víceleté a vytrvalé rostliny	24
Obrázek 5. Energetické trávy	25
Obrázek 6. Lokální spalovací zařízení [20]	30
Obrázek 7. Centrální spalovací zařízení na biomasu [20]	30
Obrázek 8. Roštový kotel na spalování biomasy [20]	31
Obrázek 9. Fluidní kotel se stacionární vrstvou [20]	31
Obrázek 10. Větrné elektrárny u Ostružné (Jesenicko) [21]	33
Obrázek 11. Globální horizontální záření v ČR [22]	34
Obrázek 12. Tepelné čerpadlo země – voda [23]	37
Obrázek 13. Slapová elektrárna na severním pobřeží Devonu v Severním Irsku [25]	39
Obrázek 14. Přílivová elektrárna Annapolis Royal v Novém Skotsku (Kanada) [24]	39
Obrázek 15. Podíl jednotlivých prioritních os v operačním programu Životní prostředí [25]	42
Obrázek 16. Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody [34]	52
Obrázek 17. Náklady na topení [35]	53
Obrázek 18. Shrnutí nákladů na topení [35]	54
Obrázek 19. Vývoj prodeje kotlů [36]	54
Obrázek 20. Vývoj cen fosilních paliv [37]	55
Obrázek 21. Vývoj cen palivového dříví [37]	56
Obrázek 22. Průměrné ceny dřevěných briket [38]	56
Obrázek 23. Průměrné ceny dřevěných pelet [38]	57

8 Seznam tabulek

Tabulka 1. Akumulační a průtočné vodní elektrárny [4]	13
Tabulka 2. Malé vodní elektrárny [4]	14
Tabulka 3. Seznam vodních elektráren v ČR [4]	15
Tabulka 4. Přečerpávací vodní elektrárny [4]	16
Tabulka 5. Výměna neekologického vytápění za nízkoemisní zdroje na biomasu a účinná tepelná čerpadla, instalace nízkoemisních zdrojů na biomasu a účinných tepelných čerpadel do novostaveb [29]	48
Tabulka 6. Výměna neekologického vytápění za nízkoemisní zdroje na biomasu a účinná tepelná čerpadla, instalace nízkoemisních zdrojů na biomasu a účinných tepelných čerpadel do bytových domů [29]	49

9 Seznam příloh

Příloha 1. Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny a biomasy [31]	70
---	----

Příloha č. 1

Příloha 1. Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy [31]

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 v nových výrobnách elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	4580	3530
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 v nových výrobnách elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	3530	2480
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 v nových výrobnách elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	2630	1580
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3900	2850
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3200	2150
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	2530	1480
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 ve stávajících výrobnách	2830	1780
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 ve stávajících výrobnách	2130	1080
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 ve stávajících výrobnách	1460	410
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S1 a fosilních paliv	-	1370
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S2 a fosilních paliv	-	700
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S3 a fosilních paliv	-	10
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P1 a fosilních paliv	-	1640
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P2 a fosilních paliv	-	970
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P3 a fosilních paliv	-	280